



ANALISA PENGARUH SERBUK KACA DAN ABU TERBANG SEBAGAI BAHAN PENGGANTI ALTERNATIF TERHADAP KUAT TEKAN BETON

Amiwarti^{1*}, Mahipal²

¹²Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas PGRI Palembang

*Corresponding Author, Email : amiwartiishak@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kuat tekan beton pada masing-masing kandungan prosentase campuran serbuk kaca dan abu terbang sebagai pengganti terhadap sebagian dari berat agregat halus dan semen dalam adukan beton serta mengetahui variasi perbandingannya. Kandungan prosentase campuran serbuk kaca terhadap sebagian dari berat agregat halus adalah 5%, 10%, 15%, 20% dan 25% sedangkan abu terbang sebesar 5% sebagian dari berat semen. Pengujian kuat tekan dilakukan pada saat beton sudah mencapai umur 3, 14 dan 28 hari dari tanggal pengecoran dengan menggunakan benda uji selinder ukuran 15x30 cm sebanyak 54 sample. Dimana masing-masing kandungan prosentase campuran dibuat 9 sampel dan setiap umur beton dibuat 3 sampel. Rancangan proporsi campuran beton dengan metode SNI-03-2834-2000 tercapai, karena kuat tekan rata-rata beton normal yang didapat dari hasil kajian laboratorium pada target umur 28 hari mencapai hasil yang direncanakan yaitu sebesar $F_c' 25,57$ MPa dan mengalami peningkatan kekuatan sebesar 2,28% terhadap kuat tekan beton rencana yaitu $F_c' 25,00$ MPa. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan bahwa pada penambahan campuran volume fraksi serbuk kaca dan abu terbang sebesar ($F_c' - SK 25\% + AT 5\%$) pada umur 3, 14 dan 28 hari nilai kekuatan hancur tekannya lebih tinggi dibandingkan dengan atau tanpa penambahan campuran volume fraksi serbuk kaca dan abu terbang sebesar ($F_c' - SK 5\%, 10\%, 15\%, 20\% + AT 5\%$). Dari hasil penelitian analisa pengaruh serbuk kaca dan abu terbang sebagai bahan pengganti alternatif terhadap kuat tekan beton diperoleh komposisi campuran yang optimal yaitu ($F_c' - SK 15\% + AT 5\%$) karena pada umur 28 hari nilai kuat tekan beton rata-ratanya sebesar 26,99 MPa dengan pencapaian peningkatan kekuatan beton normal sebesar 5,55%.

Kata kunci : Kuat Tekan, Subtitusi, Fly Ash, Serbuk Kaca.

PENDAHULUAN

Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolis (*Portland cement*), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (*admixture* atau *additive*) yang membentuk masa padat (Tri Mulyono, 2003). Beton disusun dari agregat halus dan agregat kasar. Agregat halus digunakan biasanya pasir alam sedangkan agregat kasar yang dipakai biasanya berupa batu alam maupun batuan yang dihasilkan oleh industri pemecah batu. Berkembangnya teknologi beton di zaman sekarang ini, semakin banyak pula inovasi untuk meningkatkan mutu beton serta penyesuaian pekerjaan dilapangan. Salah satu inovasi tersebut adalah dengan memasukan sebagian bahan pengganti (*subtitusi*) kedalam campuran penyusun beton. Bahan pengganti merupakan bahan yang digantikan pada saat atau selama pencampuran berlangsung. Fungsi dari bahan pengganti campuran beton adalah untuk memodifikasi sifat-sifat dari beton dan karakteristik dari beton misalnya untuk meningkatkan kemudahan pengerjaan (*workability*), *durability*, penghematan biaya dan waktu pengerasan beton (Agus Setiawan, 2016).

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah Bagaimana pengaruh campuran serbuk kaca sebagai bahan pengganti dari sebagian berat agregat halus dan abu terbang sebagai bahan pengganti sebagian berat semen terhadap nilai kuat tekan beton. Dari rumusan masalah diatas, maka penelitian ini bertujuan mengetahui nilai kuat tekan beton pada masing-masing kandungan prosentase campuran serbuk kaca dan abu terbang sebagai bahan pengganti terhadap sebagian dari berat agregat halus dan semen dalam adukan beton serta mengetahui variasi perbandingan kandungan prosentase campuran serbuk kaca dan abu terbang yang dipakai. Sedangkan manfaat penelitian yang didapat adalah untuk meningkatkan nilai tambah dan nilai guna dari limbah bekas industri maupun rumah tangga serta menambah wawasan mengenai studi tentang bahan bangunan dan juga mengurangi pencemaran dalam rangka menunjang usaha peningkatan kualitas lingkungan.

TINJAUAN PUSTAKA

Menurut Teknologi Beton 2003, Tri Mulyono (SNI-03-2847-2002) adalah campuran antara semen *portland* atau semen hidrolis yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambahan (*additive*) yang berfungsi untuk merubah sifat-sifat tertentu dari beton tersebut jika diperlukan. Beton mempunyai banyak faktor diantaranya ialah nilai banding campuran, mutu bahan penyusunnya, metode pelaksanaan pengecoran, pelaksanaan *finishing*, temperatur dan kondisi perawatan pengerasan. Beton banyak dipakai oleh para ahli struktur untuk digunakan sebagai material bangunan, karena beberapa keunggulannya. Dalam keadaan mengeras, beton bagaikan batu karang dengan kekuatan tinggi. Selain tahan terhadap serangan api, beton juga tahan terhadap korosi (Tri Mulyono, 2003).

Material Pembentuk Beton

Dalam memahami dan mempelajari seluruh perilaku elemen gabungan diperlukan pengetahuan tentang karakteristik masing-masing komponen. Beton dihasilkan dari sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi sejumlah material pembentuknya. Dengan cara demikian seorang perencana dan ahli bahan dapat mengembangkan pemilihan material yang layak dan komposisinya sehingga diperoleh beton yang efisien, memenuhi kekuatan yang disyaratkan oleh perencana dan memenuhi persyaratan *serviceability* (Edgar G. Nawy, 2010).

Semen

Semen yang merupakan salah satu bahan dasar pembuatan beton tergolong ke dalam jenis semen hidrolis. Jenis semen yang banyak digunakan hingga saat ini adalah merupakan semen *portland* yang dipatenkan di Inggris pada tahun 1824 atas nama Joseph Aspdin. Semen *portland* adalah material berbentuk bubuk bernama abu-abu dan banyak mengandung kalsium dan aluminium silika (Agus Setiawan, 2016).

Semen yang digunakan dalam campuran meliputi *portland cement* atau campuran semen hidrolis. Semen *portland* adalah bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pekerjaan beton. Menurut ASTM C-150-1985, semen *portland* didefinisikan sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium-silikat-hidrolis yang umumnya mengandung satu sama dengan bahan utamanya.

Seperti gipsum, jika bubuk-bubuk tersebut dicampur air dalam beberapa waktu dapat menjadi keras.

Adanya perbedaan kebutuhan akan sifat semen maka menyebabkan semen dibagi menjadi beberapa tipe menurut SNI-15-3550-2004 *Ordinar Portland Cement (OPC)*, yaitu:

Tipe I — Semen *Portland Normal*

Tipe II — Semen *Portland Moderat*

Tipe III — Semen *Portland* untuk Kekuatan Awal yang Tinggi

Tipe IV — Semen *Portland* Dengan Panas Hidrasi Rendah

Tipe V — Semen *Portland* Tahan Sulfat

Agregat

Berdasarkan standar SK SNI-5-04-1989-E, agregat yaitu bahan baku beton yang berupa pasir, kerikil atau batu pecah dan beberapa kombinasi dari bahan itu. Agregat merupakan komponen beton yang paling berperan dalam menentukan besarnya (Edwar G. Nawy, 2010).

Air

Dalam pembuatan beton air digunakan sebagai pereaksi semen menjadi pasta sehingga campuran beton tersebut bisa dikerjakan. Syarat air menurut (SK SNI 03-2847-2002), air yang digunakan untuk campuran beton harus bersih, tidak mengandung minyak, asam, alkali, garam, zat organik atau bahan lainnya yang bersifat merusak beton atau tulangan. Pada umumnya air yang digunakan dalam pembuatan beton yaitu air tawar yang dapat diminum (Tri Mulyono, 2003).

Bahan Pengganti

Penggunaan dan pemanfaatan limbah padat sebagai bahan pengganti (substitusi) terhadap sebagian dari berat agregat halus maupun semen yang dibutuhkan dalam campuran adukan beton seperti pemakaian serbuk kaca (*glass powder*) dan abu terbang (*fly ash*). *Admixture* adalah bahan-bahan yang ditambahkan ke dalam campuran beton pada saat atau selama pencampuran berlangsung. Fungsi dari bahan-bahan ini ialah untuk mengubah sifat-sifat dan karakteristik dari beton agar menjadi lebih cocok untuk pekerjaan tertentu, mempercepat pengerasan dan penghematan biaya (Tri Mulyono, 2003).

Serbuk Kaca

Bahan limbah botol kaca sebagai bahan pengganti pada agregat halus. Terdiri dari gradasi yang memberikan kuat tekan mortar yang diperlukan, sehingga pada suatu uji bahan lebih banyak ditekankan pada gradasi agregat halus dan mengikuti ASTM C-330-77-A dan ASTM C-330-68-T.

Penelitian telah menunjukkan bahwa kaca dapat secara efektif digunakan dalam beton baik sebagai agregat atau sebagai pozzolan. Limbah dari botol kaca ketika dilakukan penumbukan dan disaring yang tertahan di No.8 (2,36 mm) kemudian hasilnya menjadi serbuk yang halus. Oleh karena itu serbuk kaca dapat menggantikan sebagian dari berat

agregat halus dan diharapkan dapat berkontribusi terhadap kekuatan beton dalam daya ikat material.

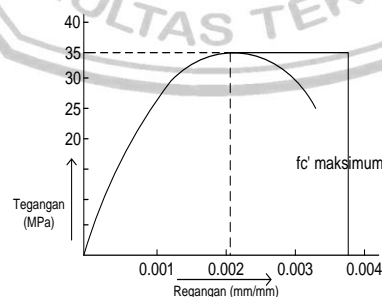
Abu Terbang

Menurut (SNI-03-6414-2002) mendefinisikan, abu terbang merupakan limbah padat hasil dari proses pembakaran batu bara pada tungku pembangkit listrik tenaga uap yang terbentuk halus, bundar dan bersifat *fozalanik* kemudian terbawa keluar oleh sisa-sisa pembakaran serta ditangkap dengan menggunakan *elektrostatic precipitator*. Abu terbang merupakan residu mineral dalam butiran halus yang dihasilkan dari pembakaran batu bara. Abu terbang terdiri dari bahan inorganik yang terdapat dalam batu bara yang telah mengalami fusi selama pembakarannya. Partikel-partikel abu terbang umumnya berbentuk bulat, biasanya berukuran *silt* (0,074-0,005 mm) yang terdiri dari silikon dioksida (SiO₂), aluminium oksida (Al₂O₃) dan besi oksida (Fe₂O₃).

Kuat Beton Terhadap Gaya Tekan

Metode pengujian kuat tekan beton menurut SNI-03-1974-1990, yaitu perilaku beton dalam menahan gaya yang bekerja tergantung pada hubungan regangan-tegangan yang terjadi di dalam beton dan juga jenis tegangan yang dapat ditahan. Karena sifat bahan beton yang hanya mempunyai nilai kuat tarik relatif rendah, maka pada umumnya hanya diperhitungkan bekerja dengan baik di daerah tekan pada penampangnya dan hubungan regangan-tegangan yang timbul karena pengaruh gaya tekan tersebut digunakan sebagai dasar pertimbangan.

Kekuatan tekan merupakan salah satu kinerja utama beton. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Penentuan kekuatan tekan dapat dilakukan dengan menggunakan alat uji tekan dan benda uji berbentuk silinder dengan prosedur uji ASTM C-39 atau dengan kubus dengan prosedur BS-1881 pada umur 28 hari (Tri Mulyono, 2003).



Gambar 1. Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Beton Karena Gaya Tekan

Formula yang dipakai untuk menghitung kuat tekan baik bentuk silinder maupun kubus yaitu:

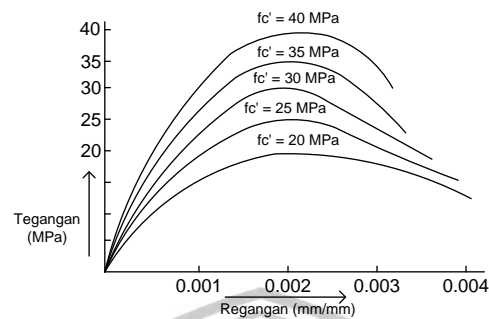
$$F_c' = \frac{P}{A}$$

dimana: F_c' = Kuat tekan beton (MPa)

P = Beban pada waktu runtuh (kN)

A = Luas penampang benda uji (cm²)

Dengan demikian, penting untuk disadari adanya perbedaan hasil pengujian dari kedua bentuk benda uji sehubungan dengan gambaran kekuatan beton yang ingin diketahui, merupakan hal yang sulit untuk dapat merumuskan secara tepat hubungan nilai kekuatan yang dihasilkan oleh kedua bentuk untuk berbagai kondisi beton metode pengujiannya.



Gambar 2. Grafik Kuat Tekan Benda Uji Beton Berumur 28 Hari

METODOLOGI PENELITIAN

Pada analisis data adalah tahapan terakhir dari suatu penelitian. Baik-buruk, benar-salah bahkan sampai pada dipercaya maupun tidak dipercaya tergantung pada analisis data. Sebaik apapun data yang diperoleh akan tetapi dalam pengolahan data tidak benar maka hasilnya pun akan salah, analisis data yang dilakukan tergantung pada jenis penelitiannya, apakah kualitatif atau kuantitatif. Tentunya kalau kuantitatif akan bersifat tanpa ada analisis hitungan statistik dan jika kuantitatif akan ada hitungan analisis statistik, keduanya ini juga akan mempengaruhi cara menganalisis data yang ada. Biasanya untuk jenis penelitian yang kualitatif ini mengarah pada penelitian yang diskriptif/historis, sedangkan untuk kuantitatif termasuk penelitian yang eksperimen.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh pemanfaatan bahan limbah padat yaitu botol kaca sebagai bahan pengganti terhadap sebagian dari berat agregat halus dan abu terbang sebagai bahan pengganti sebagian dari berat semen dengan membandingkan hasil nilai kuat tekan beton normal. Untuk pembuatan benda uji menggunakan cetakan berbentuk silinder ukuran 15 x 30 cm. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat sudah mencapai umur 3, 14 dan 28 hari dari tanggal pengecoran dengan total benda uji sebanyak 54 sampel, dimana masing-masing campuran bahan pengganti kandungan prosentase beton sebanyak 9 sampel dan setiap masing-masing umur beton diuji sebanyak 3 sampel.

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pemeriksaan Propertis Agregat

Sebelum mendesain atau membuat rancangan proporsi campuran adukan beton (*concrete mix design*) menggunakan metode SNI-03-2834-2000 dalam penelitian ini direncanakan yaitu mutu beton F_c 25,00 MPa maka terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan agregat, baik agregat halus maupun agregat kasar guna untuk mengetahui

nilai properties dari agregat tersebut. Resume hasil pemeriksaan properties agregat dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 1. Resume Hasil Pemeriksaan Properties Agregat

No	Pemeriksaan	Agregat	
		Pasir Ex. Tanjung Raja	Batu Pecah 2/3 Ex. Lahat
1	Kadar Organik (No.)	2	-
2	Kadar Lumpur (%)	2,672	-
3	Berat Volume	Padat (kg/liter)	1,476
		Gembur (kg/liter)	1,331
4	Modulus Kehalusan (FM)	2,588	3,960
5	Kadar Air (%)	5,548	1,873
6	<i>Bulk Specific Gravity (Kering)</i>	2,286	2,526
	<i>Apparent Specific Gravity</i>	2,380	2,618
	<i>Bulk Specific Gravity (SSD)</i>	2,326	2,560
	<i>Persentase Absorsi Air (%)</i>	1,735	1,376

a) Jumlah air yang terdapat dalam agregat halus dan agregat kasar adalah:

- Pasir = $(5,548 - 1,735) \times 609,77 / 100 = 23,25 \text{ kg/m}^3$
- Batu Pecah 2/3 = $(1,873 - 1,376) \times 1038,27 / 100 = 5,16 \text{ kg/m}^3$

b) Jadi perhitungan proporsi campurannya adalah:

- Semen = $401,96 \text{ kg/m}^3$
- Air = $205 - \{ (5,548 - 1,735) / 100 \times 609,77 \} - \{ (1,873 - 1,376) / 100 \times 1038,27 \}$
 $= 205 - (23,25) - (5,16)$
 $= 176,59 \text{ ltr/m}^3$
- Pasir = $609,77 + \{ (5,548 - 1,735) / 100 \} \times 609,77$
 $= 633,02 \text{ kg/m}^3$
- Batu Pecah 2/3 = $1038 + \{ (1,873 - 1,376) / 100 \} \times 1038,27$
 $= 1043,43 \text{ kg/m}^3$

Tabel 2. Komposisi Kebutuhan Material Untuk 54 Sample Benda Uji Selinder Dengan Kapasitas Mesin Pengaduk = 120 Liter (0,12 M³)

Proporsi Campuran	Semen (kg)	Air (kg/ltr)	Pasir (kg)	Batu Pecah 2/3 (kg)	Serbuk Kaca (kg)	Abu Terbang (kg)
Mix I Fc'-SK 0% + AT 0%	22,05	9,72	34,74	57,24	-	-
Mix II Fc'-SK 5% + AT 5%	20,95	9,72	33,00	57,24	1,34	1,10
Mix III Fc'-SK 10% + AT 5%	20,95	9,72	31,27	57,24	3,47	1,10
Mix IV Fc'-SK 15% + AT 5%	20,95	9,72	29,53	57,24	5,21	1,10
Mix V Fc'-SK 15% + AT 5%	20,95	9,72	27,79	57,24	6,95	1,10
Mix VI Fc'-SK 15% + AT 5%	20,95	9,72	26,05	57,24	8,69	1,10
Total	126,80	58,32	182,38	343,44	26,06	5,50

Keterangan :

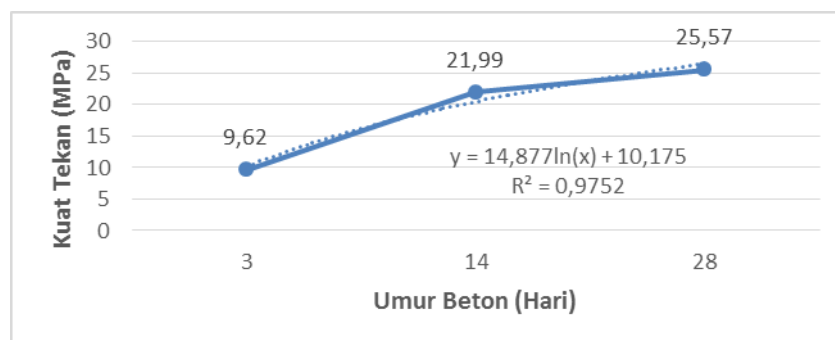
- a) SK : Prosentase kandungan serbuk kaca (*glass powder*) sebagai bahan pengganti terhadap sebagian dari jumlah berat pasir dalam campuran adukan beton
- b) AT : Prosentase kandungan abu terbang (*fly ash*) sebagai bahan pengganti terhadap sebagian dari jumlah berat semen dalam campuran adukan beton

Pengujian Kuat Tekan Beton

Setelah dilakukan pencetakan, pengukuran nilai slump dan perawatan benda uji selinder ukuran 15x30 cm selanjutnya dilakukan pengujian kuat tekan beton. Pengujian kuat tekan beton dilakukan sudah mencapai umur 3,14 dan 28 hari dari tanggal pengecoran. Total benda uji 54 sampel yang terdiri dari VI (enam) komposisi prosentase volume fraksi campuran yang tercantum pada tabel 3.4, dimana masing-masing volume fraksi campuran serbuk kaca sebagai substitusi pasir dan abu terbang (*fly ash*) sebagai substitusi semen dibuat 9 sampel atau 3 sampel setiap umur beton. Perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada tabel dan gambar grafik hasil data pengolahan kuat tekan beton dibawah ini:

Tabel 3. Pengolahan Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal (Fc’- SK 0% + AT 0%) Terhadap Fc’ 25,00 MPa Menggunakan Benda Uji Selinder Ukuran 15x30 Cm.

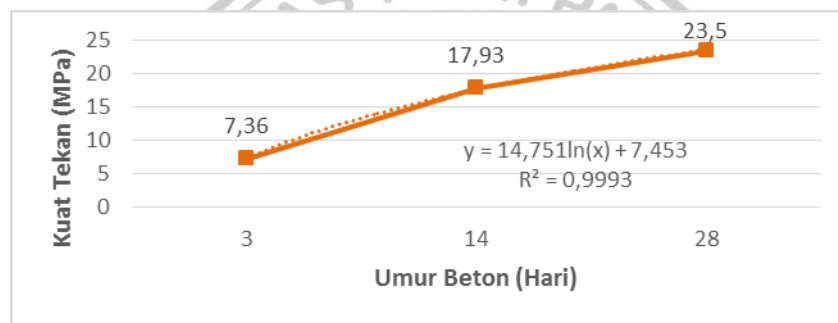
Kode Uji	Prosentase Kandungan SK + AT	Tgl. Cor	Umur (Hari)	Tgl Uji	Slump (mm)	Berat (Kg)	Beban Hancur		Luas (Cm ²)	Kuat Tekan (MPa)	Konversi Standar Minimal	Standar Deviasi (MPa)	Pencapaian Thd. Fc’ 25,00 MPa (%)
							(kN)	(Kg)					
Fc’-3.1	0 %	23/03/2018	3	26/03/2018	80	12,15	170	17000	176,63	9,62	11,50	0,85	-16,35
Fc’-3.2		23/03/2018	3	26/03/2018	80	11,96	155	15500	176,63	8,78			
Fc’-3.3		23/03/2018	3	26/03/2018	80	12,20	185	18500	176,63	10,47			
Rata - rata										9,62			
Fc’-14.4	0 %	23/03/2018	14	06/04/2018	80	12,25	390	39000	176,63	22,08	22,00	0,71	-0,05
Fc’-14.5		23/03/2018	14	06/04/2018	80	12,37	400	40000	176,63	22,65			
Fc’-14.6		23/03/2018	14	06/04/2018	80	12,18	375	37500	176,63	21,23			
Rata - rata										21,99			
Fc’-28.7	0 %	23/03/2018	28	20/04/2018	80	12,73	460	46000	176,63	26,04	25,00	0,59	2,28
Fc’-28.8		23/03/2018	28	20/04/2018	80	12,48	440	44000	176,63	24,91			
Fc’-28.9		23/03/2018	28	20/04/2018	80	12,55	455	45500	176,63	25,76			
Rata - rata										25,57			



Gambar 3. Grafik Pengolahan Data Pengujian Kuat Tekan Beton Normal (Fc’- SK 0% + AT 0%) Terhadap Fc’ 25,00 MPa Menggunakan Benda Uji Selinder Ukuran 15x30 Cm.

Tabel 4. Pengolahan Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Menggunakan Bahan Pengganti Serbuk Kaca Dan Abu Terbang (Fc’- SK 5% + AT 5%) Terhadap Beton Normal Fc’ 25,57 MPa Dengan Benda Uji Selinder Ukuran 15x30 Cm.

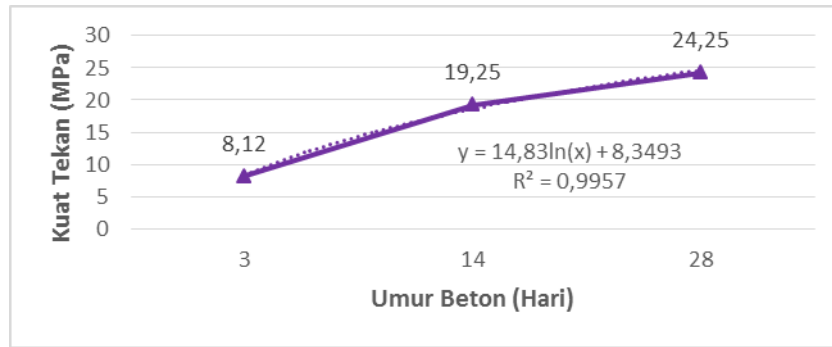
Kode Uji	Prosentase Kandungan SK + AT	Tgl. Cor	Umur (Hari)	Tgl. Uji	Slump (mm)	Berat (Kg)	Beban Hancur		Luas (Cm ²)	Kuat Tekan (MPa)	Konversi Standar Minimal	Standar Deviasi (MPa)	Pencapaian Thd. Fc’ 25,57 MPa (%)
							(kN)	(Kg)					
Fc’-3.1	5% + 5%	24/03/2018	3	27/03/2018	80	11,87	120	12000	176,63	6,79	11,50	0,57	-36
Fc’-3.2		24/03/2018	3	27/03/2018	80	12,06	140	14000	176,63	7,93			
Fc’-3.3		24/03/2018	3	27/03/2018	80	11,92	130	13000	176,63	7,36			
Rata - rata										7,36			
Fc’-14.4	5% + 5%	24/03/2018	14	07/04/2018	80	12,28	325	32500	176,63	18,40	22,00	0,43	-18,5
Fc’-14.5		24/03/2018	14	07/04/2018	80	12,12	310	31000	176,63	17,55			
Fc’-14.6		24/03/2018	14	07/04/2018	80	12,20	315	31500	176,63	17,83			
Rata - rata										17,93			
Fc’-28.7	5% + 5%	24/03/2018	28	21/04/2018	80	12,46	420	42000	176,63	23,78	25,57	0,49	-8,10
Fc’-28.8		24/03/2018	28	21/04/2018	80	12,30	405	40500	176,63	22,93			
Fc’-28.9		24/03/2018	28	21/04/2018	80	12,42	420	42000	176,63	23,78			
Rata - rata										23,50			



Gambar 4. Grafik Pengolahan Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Menggunakan Bahan Pengganti Serbuk Kaca Dan Abu Terbang (Fc’- SK 5% + AT 5%) Terhadap Beton Normal Fc’ 25,57 MPa Dengan Benda Uji Selinder Ukuran 15x30 Cm.

Tabel 5. Pengolahan Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Menggunakan Bahan Pengganti Serbuk Kaca Dan Abu Terbang (Fc’- SK 10% + AT 5%) Terhadap Beton Normal Fc’ 25,57 MPa Dengan Benda Uji Selinder Ukuran 15x30 Cm.

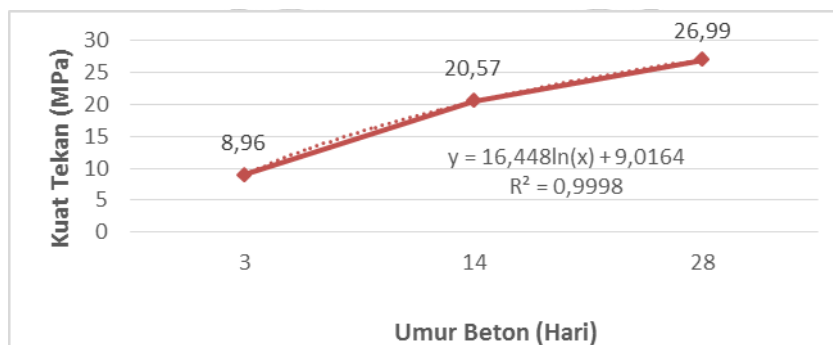
Kode Uji	Prosentase Kandungan SK + AT	Tgl. Cor	Umur (Hari)	Tgl. Uji	Slump (mm)	Berat (Kg)	Beban Hancur		Luas (Cm ²)	Kuat Tekan (MPa)	Konversi Standar Minimal	Standar Deviasi (MPa)	Pencapaian Thd. Fc’ 25,57 MPa (%)
							(kN)	(Kg)					
Fc’-3.1	10% + 5%	26/03/2018	3	29/03/2018	75	12,13	145	14500	176,63	8,21	11,50	0,71	-29,39
Fc’-3.2		26/03/2018	3	29/03/2018	75	12,07	130	13000	176,63	7,36			
Fc’-3.3		26/03/2018	3	29/03/2018	75	12,22	155	15500	176,63	8,78			
Rata - rata										8,12			
Fc’-14.4	10% + 5%	26/03/2018	14	09/04/2018	75	12,25	330	33000	176,63	18,68	22,00	0,57	-12,50
Fc’-14.5		26/03/2018	14	09/04/2018	75	12,33	340	34000	176,63	19,25			
Fc’-14.6		26/03/2018	14	09/04/2018	75	12,38	350	35000	176,63	19,82			
Rata - rata										19,25			
Fc’-28.7	10% + 5%	26/03/2018	28	23/04/2018	75	12,52	440	44000	176,63	24,91	25,57	0,91	-5,16
Fc’-28.8		26/03/2018	28	23/04/2018	75	12,41	410	41000	176,63	23,21			
Fc’-28.9		26/03/2018	28	23/04/2018	75	12,49	435	43500	176,63	24,63			
Rata - rata										24,25			



Gambar 5. Grafik Pengolahan Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Menggunakan Bahan Pengganti Serbuk Kaca Dan Abu Terbang (Fc’- SK 10% + AT 5%) Terhadap Beton Normal Fc’ 25,57 MPa Dengan Benda Uji Selinder Ukuran 15x30 Cm

Tabel 6. Pengolahan Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Menggunakan Bahan Pengganti Serbuk Kaca Dan Abu Terbang (Fc’- SK 15% + AT 5%) Terhadap Beton Normal Fc’ 25,57 MPa Dengan Benda Uji Selinder Ukuran 15x30 Cm.

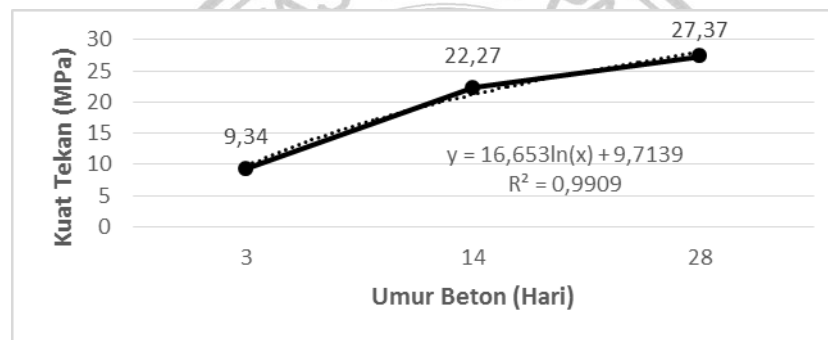
Kode Uji	Prosentase Kandungan SK + AT	Tgl. Cor	Umur (Hari)	Tgl. Uji	Slump (mm)	Berat (Kg)	Beban Hancur		Luas (Cm²)	Kuat Tekan (MPa)	Konversi Standar Minimal	Standar Deviasi (MPa)	Pencapaian Thd. Fc’ 25,57 Mpa (%)
							(kN)	(Kg)					
Fc’-3.1	15 % + 5 %	27/03/2018	3	30/03/2018	75	12,31	170	17000	176,63	9,62	11,50	0,71	-22,09
Fc’-3.2		27/03/2018	3	30/03/2018	75	12,08	145	14500	176,63	8,21			
Fc’-3.3		27/03/2018	3	30/03/2018	75	12,28	160	16000	176,63	9,06			
Rata - rata										8,96			
Fc’-14.4	15 % + 5 %	27/03/2018	14	10/04/2018	75	12,39	360	36000	176,63	20,38	22,00	0,86	-6,50
Fc’-14.5		27/03/2018	14	10/04/2018	75	12,44	380	38000	176,63	21,51			
Fc’-14.6		27/03/2018	14	10/04/2018	75	12,35	350	35000	176,63	19,82			
Rata - rata										20,57			
Fc’-28.7	15 % + 5 %	27/03/2018	28	24/04/2018	75	12,58	480	48000	176,63	27,18	25,57	0,87	5,55
Fc’-28.8		27/03/2018	28	24/04/2018	75	12,52	460	46000	176,63	26,04			
Fc’-28.9		27/03/2018	28	24/04/2018	75	12,66	490	49000	176,63	27,74			
Rata - rata										26,99			



Gambar 6. Grafik Pengolahan Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Menggunakan Bahan Pengganti Serbuk Kaca Dan Abu Terbang (Fc’- SK 15% + AT 5%) Terhadap Beton Normal Fc’ 25,57 MPa Dengan Benda Uji Selinder Ukuran 15x30 Cm

Tabel 7. Pengolahan Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Menggunakan Bahan Pengganti Serbuk Kaca Dan Abu Terbang (Fc’- SK 20% + AT 5%) Terhadap Beton Normal Fc’ 25,57 MPa Dengan Benda Uji Selinder Ukuran 15x30 Cm.

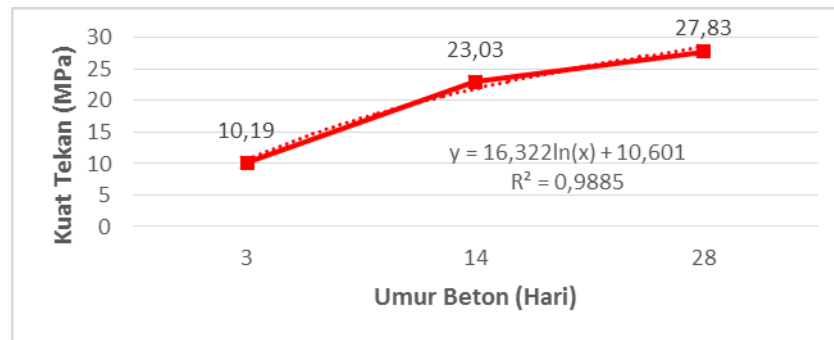
Kode Uji	Prosentase Kandungan SK + AT	Tgl. Cor	Umur (Hari)	Tgl. Uji	Slump (mm)	Berat (Kg)	Beban Hancur		Luas (Cm ²)	Kuat Tekan (MPa)	Konversi Standar Minimal	Standar Deviasi (MPa)	Pencapaian Thd. Fc' 25,57 Mpa (%)
							(kN)	(Kg)					
Fc'-3.1	20 % + 5 %	28/03/2018	3	31/03/2018	70	12,29	165	16500	176,63	9,34	11,50	0,85	-18,78
Fc'-3.2		28/03/2018	3	31/03/2018	70	12,16	150	15000	176,63	8,49			
Fc'-3.3		28/03/2018	3	31/03/2018	70	12,36	180	18000	176,63	10,19			
Rata - rata										9,34			
Fc'-14.4	20 % + 5 %	28/03/2018	14	11/04/2018	70	12,80	410	41000	176,63	23,21	22,00	0,99	-2,59
Fc'-14.5		28/03/2018	14	11/04/2018	70	12,44	375	37500	176,63	21,23			
Fc'-14.6		28/03/2018	14	11/04/2018	70	12,61	395	39500	176,63	22,36			
Rata - rata										22,27			
Fc'-28.7	20 % + 5 %	28/03/2018	28	25/04/2018	70	13,05	480	48000	176,63	27,18	25,57	0,87	7,04
Fc'-28.8		28/03/2018	28	25/04/2018	70	13,17	500	50000	176,63	28,31			
Fc'-28.9		28/03/2018	28	25/04/2018	70	12,92	470	47000	176,63	26,61			
Rata - rata										27,37			



Gambar 7. Grafik Pengolahan Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Menggunakan Bahan Pengganti Serbuk Kaca Dan Abu Terbang (Fc’- SK 20% + AT 5%) Terhadap Beton Normal Fc’ 25,57 MPa Dengan Benda Uji Selinder Ukuran 15x30 Cm.

Tabel 8. Pengolahan Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Menggunakan Bahan Pengganti Serbuk Kaca Dan Abu Terbang (Fc’- SK 25% + AT 5%) Terhadap Beton Normal Fc’ 25,57 MPa Dengan Benda Uji Selinder Ukuran 15x30 Cm.

Kode Uji	Prosentase Kandungan SK + AT	Tgl. Cor	Umur (Hari)	Tgl. Uji	Slump (mm)	Berat (Kg)	Beban Hancur		Luas (Cm ²)	Kuat Tekan (MPa)	Konversi Standar Minimal	Standar Deviasi (MPa)	Pencapaian Thd. Fc' 25,57 Mpa (%)
							(kN)	(Kg)					
Fc'-3.1	25 % + 5 %	31/03/2018	3	03/04/2018	70	12,35	180	18000	176,63	10,19	11,50	1,13	-11,39
Fc'-3.2		31/03/2018	3	03/04/2018	70	12,20	160	16000	176,63	9,06			
Fc'-3.3		31/03/2018	3	03/04/2018	70	12,42	200	20000	176,63	11,32			
Rata - rata										10,19			
Fc'-14.4	25 % + 5 %	31/03/2018	14	14/04/2018	70	13,07	420	42000	176,63	23,78	22,00	0,65	-4,68
Fc'-14.5		31/03/2018	14	14/04/2018	70	12,71	400	40000	176,63	22,65			
Fc'-14.6		31/03/2018	14	14/04/2018	70	12,55	400	40000	176,63	22,65			
Rata - rata										23,03			
Fc'-28.7	25 % + 5 %	31/03/2018	28	28/04/2018	70	13,10	475	47500	176,63	26,89	25,57	0,99	8,84
Fc'-28.8		31/03/2018	28	28/04/2018	70	13,33	510	51000	176,63	28,87			
Fc'-28.9		31/03/2018	28	28/04/2018	70	13,28	490	49000	176,63	27,74			
Rata - rata										27,83			



Gambar 8. Grafik Pengolahan Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Menggunakan Bahan Pengganti Serbuk Kaca Dan Abu Terbang (Fc'- SK 25% + AT 5%) Terhadap Beton Normal Fc' 25,57 MPa Dengan Benda Uji Selinder Ukuran 15x30 Cm.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pemeriksaan dan penelitian yang telah dilakukan serta penjelasan-penjelasan dibab-bab sebelumnya maka dapat disimpulkan, yaitu:

1. Rancangan proporsi campuran beton dengan metode SNI-03-2834-2000 tercapai, karena kuat tekan rata-rata beton normal yang didapat dari hasil kajian laboratorium pada target umur 28 hari mencapai hasil yang direncanakan yaitu sebesar Fc' 25,57 MPa dan mengalami peningkatan kekuatan sebesar 2,28% terhadap kuat tekan beton rencana yaitu Fc' 25,00 MPa.
2. Pemanfaatan serbuk kaca dan abu terbang dapat memperbaiki sifat-sifat beton yaitu terhadap kuat tekannya, hal ini ditunjukkan dengan adanya peningkatan penambahan kandungan volume fraksi serbuk kaca dan abu terbang pada kapasitas kekuatan tekan hancur beton terhadap kuat tekan beton normal.
3. Semakin bertambahnya kandungan volume fraksi serbuk kaca dan abu terbang dalam adukan beton, nilai slump akan menurun. Hal ini disebabkan karena serbuk kaca sebagai substitusi pasir dan abu terbang sebagai substitusi semen dapat mencegah pemisahan antara butiran agregat dan mortar semen sehingga adukan menjadi lebih solid dan padat.
4. Dengan demikian dari hasil pengujian yang telah dilakukan bahwa pada penambahan campuran volume fraksi serbuk kaca dan abu terbang sebesar (Fc'- SK 25% + AT 5%) pada umur 7, 14 dan 28 hari nilai kekuatan hancur tekannya lebih tinggi dibandingkan dengan atau tanpa penambahan campuran volume fraksi serbuk kaca dan abu terbang sebesar (Fc'- SK 5%, 10%, 15% dan 20% + AT 5%).
5. Dari hasil penelitian analisa pengaruh serbuk kaca dan abu terbang sebagai bahan pengganti alternatif terhadap kuat tekan beton diperoleh komposisi campuran yang optimal yaitu (Fc'- SK 15% + AT 5%) karena pada umur 28 hari nilai kuat tekan beton rata-ratanya sebesar 26,99 MPa dengan pencapaian peningkatan kekuatan beton normal sebesar 5,55%.

DAFTAR PUSTAKA

- Mulyono, Tri (2003). *“Teknologi Beton”*. Jakarta: Andi Yogyakarta.
- Nawy, Edward G. (2010). *“Beton Bertulang”*. Bandung: Refika Aditama.
- Setiawan, Agus (2016). *“Perencanaan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847: 2013”*. Jakarta: Erlangga.
- Standar Nasional Indonesia. *“Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar”*. Indonesia: SNI-03-1968-1990.
- Standar Nasional Indonesia. *“Ordinai Portland Cement”*. Indonesia: SNI-15-3550-2004.
- Standar Nasional Indonesia. *“Standar Portland Cement”*. Indonesia: SNI-15-3550-2000.
- Standar Nasional Indonesia. *“Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal”*. Indonesia: SNI-03-2834-2000.

