

INFRASTRUKTUR

PEMANFAATAN ABU DASAR (*BOTTOM ASH*) SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN AGREGAT HALUS PADA CAMPURAN BETON

Use as a Replacement Part of Bottom Ash in Mixed Concrete Fine Aggregate

I Wayan Suarnita

Jurusan Teknik Sipil Universitas Tadulako-Jalan Soekarno Hatta Km. 8 Palu 94118

Email : iwayansuarnita@yahoo.com

ABSTRACT

The need of building materials increased with increasing rate of physical development. Lately, the implementation of the development requires a very high cost due to rising prices and reduced raw material. In this connection it is necessary to arrange the alternative material that has properties similar to the material in making concrete. One material that has a similar nature and form of the material manufacturer's premises is a bottom ash, this material is similar to fine aggregate (sand). This study aims to determine the effect of bottom ash for concrete compressive strength. Determination of the mixture composition by SK SNI T-15-1990-03. This study adds bottom ash materials vary between 10 %, 20 %, 30 % and 40 % as a partial replacement for fine aggregate. The results of laboratory testing at the highest compressive strength test results for the age of 28 days the highest compressive strength produced by a variation of 30% with a value of 20.756 MPa. In this study, obtained the contents of the average weight for the variation of 0%, 10%, 20%, 30% and 40% at 2.405 gr/cm³, 2.381 gr/cm³, 2.365 gr/cm³, 2.375 gr/cm³, 2.362 gr / cm³, this was due to bottom ash has a lower specific gravity than the specific gravity of fine aggregate. Biggest slump value of 100 mm for the variation of 0% and 20%, while for the variation of 10%, 30% and 40% by 90 mm, this means that the variation of bottom ash had little influence on the slump.

Keywords: bottom ash, concrete mixture, compressive strength

ABSTRAK

Kebutuhan bahan bangunan makin meningkat seiring dengan meningkatnya laju pembangunan fisik. Akhir-akhir ini pelaksanaan pembangunan semakin membutuhkan biaya yang sangat tinggi akibat kenaikan harga dan berkurangnya bahan baku. Sehubungan dengan hal itu perlu diusahakan adanya bahan alternatif yang memiliki sifat-sifat yang serupa dengan material pembuat beton. Salah satu material yang memiliki sifat dan bentuk yang serupa dengan material pembuat beton adalah abu dasar (*bottom ash*), material ini serupa dengan agregat halus (pasir). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh bottom ash terhadap kuat tekan beton. Penentuan komposisi campuran berdasarkan SK SNI T-15-1990-03. Penelitian ini memvariasikan bahan tambah abu dasar antara 10 %, 20 %, 30 % dan 40 % sebagai pengganti sebagian agregat halus. Hasil pengujian di laboratorium untuk hasil uji kuat tekan tertinggi untuk 28 hari kuat tekan yang tertinggi dihasilkan oleh variasi 30 % dengan nilai sebesar 20,756 MPa. Dalam penelitian ini, diperoleh berat isi rata-rata untuk variasi 0 %, 10 %, 20%, 30 % dan 40 % sebesar 2,405 gr/cm³, 2,381 gr/cm³, 2,365 gr/cm³, 2,375 gr/cm³, 2,362 gr/cm³, hal ini disebabkan karena abu dasar memiliki berat jenis yang lebih rendah dibandingkan berat jenis agregat halus. Nilai slump terbesar sebesar 100 mm untuk variasi 0 % dan 20 % sedangkan untuk variasi 10 %, 30 % dan 40 % sebesar 90 mm, ini berarti variasi dari abu dasar tidak terlalu berpengaruh terhadap nilai slump.

Kata Kunci : *bottomash*, campuran beton, kuat tekan

PENDAHULUAN

a. Latar Belakang

Pemanfaatan abu dasar sebagai bahan tambah dalam campuran beton merupakan salah satu usaha untuk mengurangi pemakaian agregat halus guna mengurangi biaya karena abu dasar dapat digunakan sebagai pengganti agregat halus. Penggunaan abu dasar harus sesuai dengan persentase tertentu dari abu dasar tersebut terhadap berat total agregat halus. Fungsi sekunder dari pemakaian abu dasar sebagai bahan tambah dalam campuran beton yaitu

menanggulangi masalah lingkungan, karena abu dasar merupakan bahan buangan (limbah) dari pembakaran batu bara yang dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan di sekitarnya.

Penelitian mengenai beton dengan abu dasar sebagai bahan pengganti agregat halus (pasir) pada campuran beton telah dilakukan sebelumnya oleh beberapa peneliti. Kekuatan dan pengeringan penyusutan sifat beton dengan menggunakan abu dasar dari tungku sebagai agregat halus dengan variasi sebesar 0 %, 30 %, 50 %, 70 % dan 100 %

menyimpulkan bahwa 30 % dari penggantian pasir alam dengan abu dasar dari tungku menghasilkan kuat tekan beton dari 40 MPa sampai 60 MPa tanpa merusak dan mempengaruhi sifat beton (Bai,2005).

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Mpanau Palu setiap harinya membutuhkan 300 ton batubara perhari untuk menggerakkan dua unit mesin PLTU. Abu dasar yang dihasilkan dari PLTU Mpanau 3 % perhari untuk 1 unit, jadi abu dasar yang dihasilkan oleh PLTU Mpanau adalah 18 ton perharinya untuk 2 unit mesin PLTU.

b. Tinjauan Pustaka

Untuk menghasilkan mutu beton yang baik, sangat tergantung pada kualitas bahan yang dipakai, komposisi yang digunakan, cara pengerjaan dan cara perawatan. Penurunan kualitas dari salah satu elemen tersebut dapat menurunkan kemampuan kerja beton.

Oleh karena itu, perlu diadakan pengujian untuk mendapatkan data yang akurat mengenai sifat-sifat bahan campuran tersebut sehingga dapat dijadikan standar dalam perencanaan atau menentukan karakteristik serta perbandingan bahan campuran yang digunakan. Adapun material penyusun beton adalah :

1). Semen *Portland*

Semen *portland* adalah bahan konstruksi yang paling banyak digunakan 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 atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya (Tri Mulyono, 2004).

2). Air

Air merupakan salah satu bahan penting dalam pembuatan adukan beton. Air diperlukan untuk

memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Untuk bereaksi dengan semen, air yang diperlukan hanya sekitar 25 % dari berat semen, namun dalam kenyataannya nilai faktor air semen yang dipakai sulit jika kurang dari 0,35 (Tjokrodimulyo, 1996).

3). Agregat

Agregat ialah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton (Tjokrodimulyo,1996). Agregat terdiri dari dua macam yaitu agregat halus dan agregat kasar yang berasal dari batubatuan alam maupun buatan. Agregat ini berfungsi sebagai pengisi dan kira-kira menempati sebanyak 60–70% dari berat campuran beton

4). *Bottom Ash*

Bottom ash (abu dasar) adalah bahan buangan dari proses pembakaran batu bara pada pembangkit tenaga yang mempunyai ukuran partikel lebih besar dan lebih berat dari pada *fly ash*, sehingga abu dasar akan jatuh pada dasar tungku pembakaran (*boiler*) dan terkumpul pada penampung debu (*ash hopper*) lalu dikeluarkan dari tungku dengan cara disemprot dengan air untuk kemudian dibuang.

Abu dasar dikategorikan menjadi *dry bottom ash* dan *wet bottom ash/boiler slag* berdasarkan jenis tungkunya yaitu *dry bottom boiler* yang menghasilkan *dry bottom ash* dan *slag-tap boiler* serta *cyclone boiler* yang menghasilkan *wet bottom ash (boiler slag)*. Sifat dari *bottom ash* sangat bervariasi karena dipengaruhi oleh jenis batu bara dan sistem pembakarannya. Beberapa sifat fisis, kimia dan mekanis yang penting dari *bottom ash* adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Sifat fisik dari *dry* dan *wet bottom ash*

Sifat Fisik Abu dasar	<i>Wet</i>	<i>Dry</i>
Bentuk	Angular / bersiku	Berbutir kecil / granular
Warna	Hitam	Abu-abu gelap
Tampilan	Keras, Mengkilap	Seperti pasir halus, sangat berpori
Ukuran (% lolos ayakan)	No. 4 (90-100%) No. 10 (40-60%) No. 40 (10%) No. 200 (5%)	1,5 s/d 3/4 in (100%) No. 4 (50-90%) No. 10 (10-60%) No. 40 (0-10%)
Spesific gravity	2,3 - 2,9	2,1 - 2,7
Dry unit weight	960 - 1440 kg/m ³	720 - 1600 kg/m ³
Penyerapan	0,3 - 1,1%	0,8 - 2,0%

– Sifat Fisik
Sifat fisik abu dasar berdasarkan bentuk, warna, tampilan, ukuran, *specific gravity*, *dry unit weight* dan penyerapan dari *wet* dan *dry bottom ash* (Santoso, 2003.) dapat dilihat pada **Tabel 1**.

– Sifat Kimia
Komposisi kimia dari abu dasar sebagian besar tersusun dari unsure-unsur Si, Al, Fe, Ca, sera Mg, S, Na dan unsur kimia yang lain. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Moulton, didapat bahwa kandungan garam dan pH yang rendah dari abu dasar dapat menimbulkan sifat korosi pada struktur baja yang bersentuhan dengan campuran yang mengandung abu dasar. Selain itu rendahnya nilai pH yang ditunjukkan oleh tingginya kandungan sulfat yang terlarut menunjukkan adanya kandungan *pyrite* (*iron sulfide*) yang besar.

Dari hasil pemeriksaan unsur - unsur kimia yang dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Tadulako Palu, unsur-

unsur kimia yang terdapat pada abu dasar adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Unsur – unsur kimia abu dasar

Unsur - unsur kimia	Persen
Kapur, CaO	0,43
Silika, SiO ₂	0,24
Alumina, Al ₂ O ₃	4,35
Besi, Fe ₂ O ₃	4,45
Magnesia, MgO	0,86
Potash, K ₂ O	0,25
Soda, Na ₂ O	0,21

– Sifat mekanis
Besarnya nilai kehilangan pada test keausan dengan Sodium Sulfat menunjukkan adanya kandungan *pyrite* yang ditunjukkan dari kandungan sulfat terlarut yang berlebihan dalam abu dasar harus dibuang dengan elektromagnet sebelum digunakan (Santoso, 2003).

Tabel 3. Sifat mekanis dari *dry* dan *wet bottom ash*

Sifat mekanis	Dry bottom ash	Boiler slag
Max. Dry Density	1210 - 1620 kg/m ³	961 - 1440 kg/m ³
Kelembaban optimum	12-24% (umumnya < 20%)	8 - 20 %
Test Abrasi LA (% kehilangan)	30 – 50	24 – 48
Sodium Sulfat (% kehilangan)	1,5 – 10	1 – 9
	38 - 42°	38 - 42°
Kuat geser (sudut geser)	38 - 45° (ukuran butir < 9,5 mm)	38 - 46° (ukuran butir < 9,5 mm)
CBR (%)	40 – 70	40 – 70
Koefisien permeabilitas	10 ⁻² - 10 ⁻³ cm/det	10 ⁻² - 10 ⁻³ cm/det
Friable partikel	Ada	Tidak ada

Hal lain yang perlu diperhatikan yaitu adanya *friable* partikel (mudah pecah), umumnya pada *dry bottom ash* yaitu kerak batu bara yang berbentuk seperti kembang (*pop corn* partikel), partikel ini mudah hancur akibat pemadatan dan sangat berpori. Sistem pembakaran batu bara umumnya terbagi 2 yakni system unggun terfluidakan (*fluidized bed system*) dan unggun tetap (*fixed bed system* atau *grate system*). Disamping itu terdapat sistem ke -3 yakni *spouted bed system* atau yang dikenal dengan unggun pancar.

Abu dasar yang dihasilkan oleh *fluidized bed system* berukuran 20-50 mesh (1 mesh = 1

lubang/inch²). Secara umum ukuran abu dasar dapat langsung dimanfaatkan di pabrik semen sebagai substitusi batuan *trass* dengan memasukkannya pada *cement mill* menggunakan udara tekan (*pneumatic system*). Disamping dimanfaatkan di industri semen, abu dasar dapat juga dimanfaatkan menjadi campuran *asphalt* (*ready mix*), campuran beton (*concrete*) dan dicetak menjadi paving block/batako.

Persoalan lingkungan muncul dari abu dasar yang menggunakan *fixed bed* atau *grate system*. Bentuknya berupa bongkahan - bongkahan besar. Seperti yang telah disinggung di atas bahwa abu dasar ini masih mengandung *fixed carbon*

(catatan : *fixed carbon* dalam batu bara dengan nilai kalori 6500-6800 kkal/kg ssekitar 41-42%). Jika abu dasar ini langsung dibuang ke lingkungan maka lambat laun akan terbentuk gas metana (CH₄) yang sewaktu-waktu dapat terbakar atau meledak dengan sendirinya



Gambar 1. Abu dasar

– Kuat Tekan

tekan beton merupakan gambaran mutu beton, karena biasanya kenaikan kuat tekan beton akan diikuti oleh perbaikan sifat beton yang lainnya. Menurut SNI 03-1974-1990 yang dimaksud dengan kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tertentu, yang dihasilkan oleh mesin uji tekan. Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan cara memberi gaya tekan aksial secara bertahap terhadap benda uji silinder, sampai benda uji mengalami keruntuhan. Besarnya kuat tekan beton dapat dihitung dengan cara membagi beban maksimum pada saat benda uji hancur dengan luas penampang benda uji. Kuat tekan beton tersebut dapat dicari dengan menggunakan

$$f'_c = \frac{P_{maks}}{A_c} \tag{1}$$

Keterangan:

- f'_c = kuat tekan beton, MPa.
- P_{maks} = beban maksimum, N.
- A_c = luas penampang, mm².

METODE PENELITIAN

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian ini dapat dikelompokkan dalam beberapa tahap, yaitu tahap persiapan bahan penelitian, tahap pembuatan benda uji dan tahap pelaksanaan/pengujian.

a. Penyediaan Bahan Penelitian

Bahan – bahan utama campuran beton yang akan dalam penelitian ini adalah :

- Semen yang dipergunakan adalah semen Portland tipe PCC merek tonasa.
- Agregat kasar yang dipergunakan adalah batu pecah ex. Loli dari hasil produksi *Stone Crusher* dengan ukuran butir maksimum 20 mm.
- Agregat halus yang digunakan diambil dari sungai Palu..
- Air yang digunakan adalah air yang bersih yang diambil di Laboratorium Bahan dan Beton Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tadulako..
- Bahan Tambah abu dasar di ambil dari PLTU Mpanau.
- Peralatan yang akan digunakan umumnya dalam penelitian ini menggunakan peralatan yang ada di Laboratorium Bahan dan Beton Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tadulako, kecuali untuk pemeriksaan abu dasar dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Tadulako

b. Pembuatan benda uji

Pembuatan benda uji dibuat berdasarkan perhitungan proporsi campuran dari hasil rancangan campuran beton (*mix design*). Pembuatan benda uji ini mengacu pada metode Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2493-1991) tentang Metode Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium. Pembuatan benda uji dilakukan untuk menentukan kuat tekan.

c. Kebutuhan benda uji

Pembuatan benda uji dibuat variasi, yaitu persentase penambahan abu dasar sehingga, sehingga kebutuhan benda uji seperti terlihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kebutuhan benda uji untuk masing – masing variasi

Variasi (%)	Umur	Bentuk benda uji	Jumlah Benda Uji (Buah)
0	28	Kubus	5
10	28	Kubus	5
20	28	Kubus	5
30	28	Kubus	5
40	28	Kubus	5

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Pemeriksaan Abu Dasar

1). Pemeriksaan berat jenis abu terbang

Hasil pengujian berat jenis abu dasar dapat dilihat pada **Tabel 5** berikut :

Tabel 5. Berat jenis bahan tambah abu dasar

Jenis Bahan	I	II	Rata-rata	Spesifikasi
Abu Dasar	2.374	2.371	2.372	-

2). Analisa saringan abu dasar

Hasil pengujian analisa saringan abu dasar dapat dilihat pada **Tabel 6** dan **Gambar 2**.

3). Pemeriksaan kadar air abu dasar

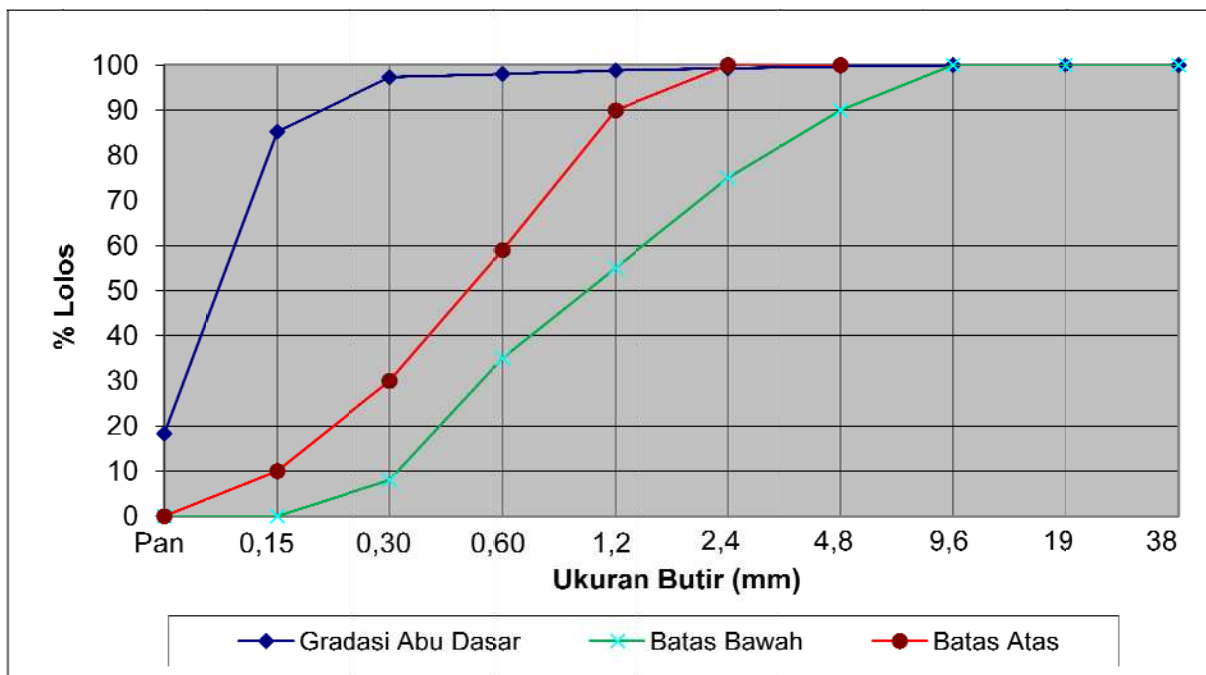
Hasil pengujian kadar air abu dasar dapat dilihat pada **Tabel 7**.

Tabel 6. Distribusi ukuran butiran abu dasar.

Saringan No.	% Tertahan	% Lolos
1½"	0.00	100.00
¾"	0.00	100.00
⅜"	0.00	100.00
# 4	0.28	99.72
# 8	0.72	99.28
# 16	1.18	98.82
# 30	1.98	98.02
# 50	2.66	97.34
# 100	14.77	85.23
PAN	81.72	18.28

Modulus Halus Butir (MHB)

0.216



Gambar 2. Grafik gradasi abu dasar

Tabel 7. Kadar air bahan tambah abu dasar

Uraian	Sampel
Kadar air (%)	31.549

4). Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air abu dasar

Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air abu dasar dapat dilihat pada **Tabel 8** berikut :

Tabel 8. Berat jenis dan penyerapan air bahan tambah abu dasar

Uraian	Agregat Halus		Rata –rata
	I	II	
Berat jenis bulk (Bj. OV)	2.063	2.072	2.068
Berat jenis bulk SSD (Bj. SSD)	2.075	2.085	2.080
Berat jenis semu (Bj. App)	2.087	2.100	2.093
Penyerapan air (%)	0.543	0.644	0.594

5). Pemeriksaan berat isi abu dasar

Tabel 9. Berat isi bahan tambah abu dasar

Uraian	I	II	Rata-rata
Berat isi lepas/gembur (gr/cm ³)	0.935	0.926	0.930
Berat isi padat (gr/cm ³)	1.070	1.096	1.083

6). Pemeriksaan kandungan kimia abu dasar

Tabel 10. Komposisi unsur kimia abu dasar

Unsur - unsur kimia	Persen
Kapur, CaO	0,43
Silika, SiO ₂	0,24
Alumina, Al ₂ O ₃	4,35
Besi, Fe ₂ O ₃	4,45
Magnesia, MgO	0,86
Potash, K ₂ O	0,25
Soda, Na ₂ O	0,21

7). Hasil rancangan komposisi campuran beton (*Mix Design*)

Tabel 11. Rancangan campuran beton

Proporsi campuran tiap 1 m ³	
Jumlah semen	341,667 kg
Jumlah air	213,822 kg
Jumlah agregat kasar	1100,899 kg
Jumlah agregat halus	730,612 kg
Total	2395 kg

8). Nilai *slump* beton

Sebelum melaksanakan pembuatan benda uji, terlebih dahulu menentukan nilai *slump* beton dengan pengujian tes *slump*. Dalam penentuan nilai *slump* beton yang perlu diperhatikan adalah kekentalannya, hal ini dapat dilakukan

pemeriksaan dengan pengujian berdasarkan komposisi campuran dengan kebutuhan kadar air bebas yang telah ditetapkan berdasarkan perhitungan rencana campuran beton (*Mix Design*), hasilnya dapat dilihat pada **Tabel 12** berikut :

Tabel 12. Hasil uji *slump* beton

Variasi (%) Abu dasar	Nilai <i>Slump</i> (mm)
0	100
10	90
20	100
30	90
40	90

9). Hubungan berat isi beton terhadap persentase abu dasar sebagai pengganti agregat halus. Pengujian berat isi beton bertujuan untuk mencari yang sebenarnya dari berat isi beton, sehingga hasilnya dapat digunakan untuk proses perencanaan pencampuran. Dari hasil pemeriksaan berat isi beton untuk masing-masing komposisi campuran beton diperoleh berat isi beton rata-rata adalah seperti terlihat dalam **Tabel 13** dan **Gambar 3**.

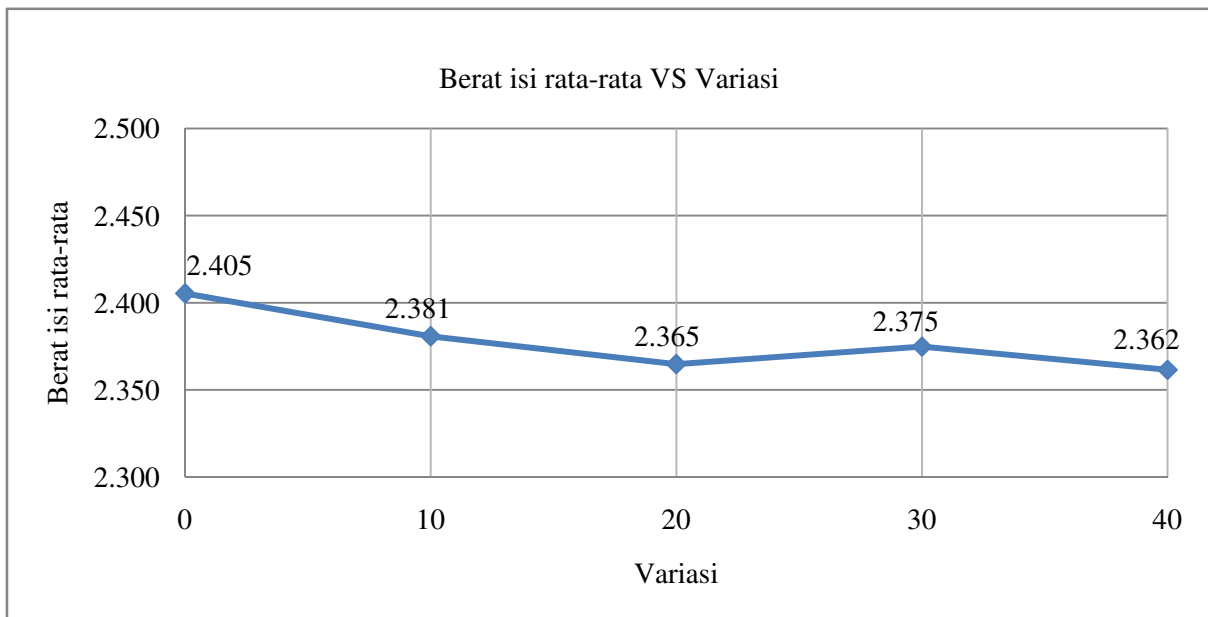
Dari **Gambar 3**, terlihat bahwa semakin besar kadar abu dasar yang digunakan pada campuran beton, maka semakin rendah berat isi dari beton tersebut. Untuk beton normal berat isi rata-rata yang dihasilkan sebesar 2,405 gr/cm³, pengujian berat isi beton dengan penggunaan abu dasar sebagai

pengganti agregat halus untuk variasi 10 %, 20 %, 30 %, 40 % berat isi rata-rata yang dihasilkan masing-masing adalah 2,381 gr/cm³, 2,365 gr/cm³, 2,375 gr/cm³, 2,362

gr/cm³. Hal ini disebabkan karena abu dasar memiliki berat jenis yang rendah dibandingkan berat jenis agregat halus.

Tabel 13. Hasil pengujian berat isi beton

Variasi (%)	Bentuk benda uji	Umur (hari)	Berat isi rata-rata (gr/cm ³)
0	Kubus	28	2.405
10	Kubus	28	2.381
20	Kubus	28	2.365
30	Kubus	28	2.375
40	Kubus	28	2.362



Gambar 3. Grafik hubungan berat isi beton terhadap variasi abu dasar sebagai pengganti agregat halus.

10). Hasil uji kuat tekan beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan terhadap benda uji kubus dengan menggunakan mesin uji kuat tekan Compression Machine. Pengujian kuat tekan beton dilakukan setelah beton mencapai umur 28 hari dengan pengurangan sebagian agregat halus dengan variasi abu dasar sebesar 0 %, 10%, 20%, 30% dan 40%.

Hasil dari pengujian kuat tekan rata-rata beton normal dan beton dengan penggunaan abu dasar sebagai pengganti agregat halus pada umur 28 hari di sajikan dalam **Tabel 14**, dan **Gambar 4**.

Dari hasil pengujian kuat tekan beton rata-rata umur 28 hari, diperoleh untuk beton normal dan beton dengan penggunaan abu dasar sebagai pengganti agregat halus untuk variasi

0 %, 10 %, 20 %, 30 %, 40 % dari berat agregat halus adalah sebesar 20,524 MPa, 20,444 MPa, 19,982 MPa, 20,756 MPa dan 19,556 MPa. Kuat tekan maksimal terjadi pada variasi 30 % dan kuat tekan terendah terdapat pada variasi 40 %.

Pada umur 28 hari terjadi penurunan kuat tekan pada variasi 10 %, 20 % dan 40 % dari beton normal antara 0,389 %, 2,640 %, dan 4,716 %, sedangkan pada variasi 30 % terjadi peningkatan kuat tekan dari beton normal sebesar 1,130 %.

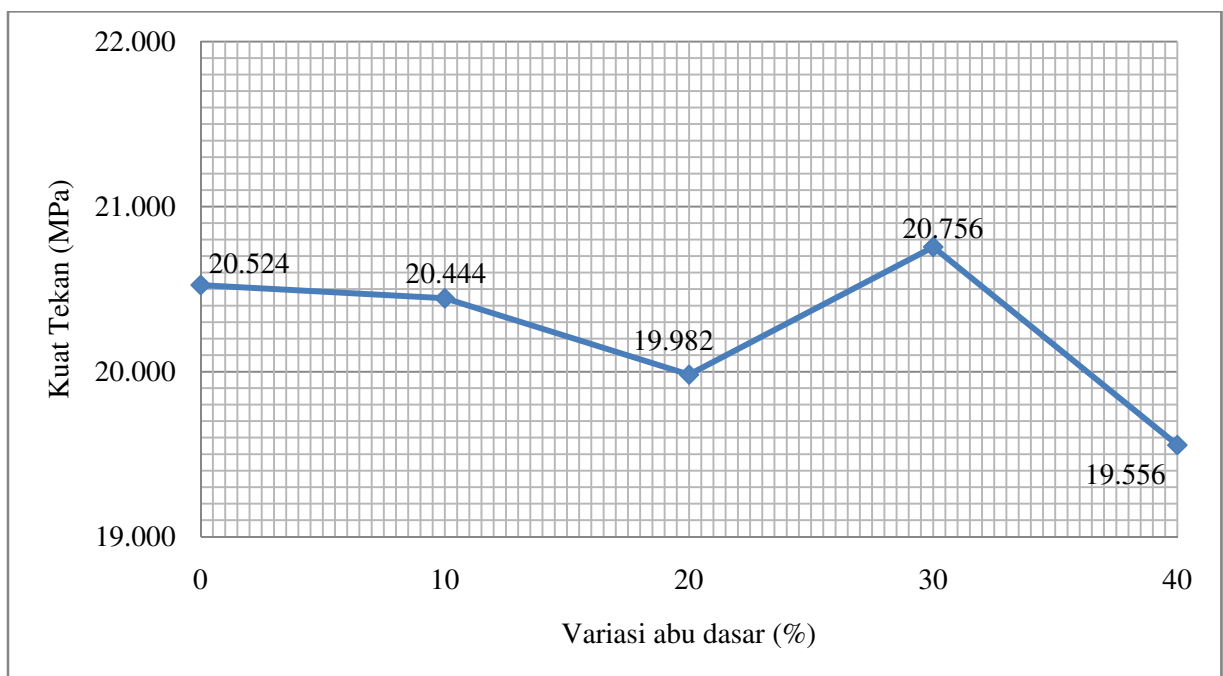
Kuat tekan beton sangat dipengaruhi oleh proporsi dari agregatnya itu sendiri, untuk agregat campuran yang proporsinya lebih halus dibutuhkan semen yang lebih banyak dari pada agregat campuran yang proporsinya seimbang, sedangkan untuk agregat campuran yang proporsinya lebih kasar membutuhkan

lebih sedikit semen dari pada agregat yang proporsinya seimbang. Terjadinya penurunan kuat tekan pada beton dengan variasi 30 % dan 40 % dikarenakan gradasi agregat campuran kedua variasi yang lebih halus dari pada gradasi agregat campuran dengan variasi 0 %, 10 % dan 20 %, hal ini terlihat pada

analisa saringan dari kedua variasi yang tidak memenuhi spesifikasi untuk agregat campuran ukuran Ø 20 mm pada saringan #16, #30, #50, #100 dan pan sehingga variasi 30 % dan 40 % membutuhkan semen yang lebih banyak dari pada variasi 0 %, 10 % dan 20 %.

Tabel 14. Hasil pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari

Variasi (%)	Bentuk benda uji	Satuan	Kuat tekan rata-rata
0	Kubus	MPa	20.524
10	Kubus	MPa	20.444
20	Kubus	MPa	19.982
30	Kubus	MPa	20.756
40	Kubus	MPa	19.556



Gambar 4. Grafik hasil pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut kesimpulan sebagai berikut :

- a. Dalam penelitian ini, diperoleh untuk beton normal berat isi rata-rata yang dihasilkan sebesar 2,405 gr/cm³, sedangkan berat isi beton dengan penggunaan abu dasar sebagai pengganti agregat halus untuk variasi 10 %, 20 %, 30 %, 40 % berat isi rata-rata yang dihasilkan masing-masing adalah 2,381 gr/cm³, 2,365 gr/cm³, 2,375 gr/cm³, 2,362 gr/cm³. Hal ini disebabkan karena abu

dasar memiliki berat jenis yang rendah dibandingkan berat jenis agregat halus.

- b. Dalam penelitian ini nilai slump terbesar sebesar 100 mm terdapat pada beton normal dan beton dengan variasi 20 % abu dasar, tetapi nilai slump pada beton dengan variasi 10 %, 30 % dan 40 % abu dasar tidak terlalu berbeda jauh yaitu sebesar 90 mm, ini berarti variasi dari abu dasar tidak terlalu berpengaruh terhadap nilai slump.
- c. Hasil uji kuat tekan untuk umur 28 hari kuat tekan yang dihasilkan yaitu sebesar 20,524 MPa, 20,444 MPa, 19,982 MPa, 20,756 MPa dan 19,556 MPa.

DAFTAR PUSTAKA

- Bai, Y, 2005. *Strtength and drying shrinkage properties of concrete containing furnace bottom ash as fine aggregate*, School of civil engineering, Department of civil engineering, Queen's University Belfast.
- Departemen Pekerjaan Umum, SNI 03-1972-1990 *Metode Pengujian Slump Beton*, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, SNI 03-1974-1990 *Metode Pengujian kuat tekan beton*, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, SNI T-15-1990-03, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, Jakarta
- Mulyono, Tri. 2004. *Teknologi Beton*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Tjokrodimulyo, K. 1996, *Teknologi Beton*, Biro Penerbit, Yogyakarta.
- Santoso, Indriani. 2003. *Pengaruh Penggunaan Bottom Ash Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Beton*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Kristen Petra.