

Analisa Pengaruh Abu Ampas Tebu Sebagai *Substitusi Parsial* Semen Terhadap *Slump Flow* dan *Compressive Strength* Beton Alir

Billy Arrowrichta¹

Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Retno Trimurtiningrum²

Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

E-mail: billyarrowrichta@gmail.com

Abstrak

Beton alir merupakan beton yang memiliki nilai workabilitas tinggi. Beton alir terdiri dari beberapa bahan penyusun seperti semen, kerikil dan pasir, air suling, dan bahan tambah lainnya. Semen merupakan bahan yang sangat penting dalam penyusunan beton alir, akan tetapi semen juga berdampak negatif bagi lingkungan sekitar salah satunya dengan meningkatkan emisi karbondioksida (CO₂) di udara. Dengan permasalahan yang demikian diperlukan adanya usaha untuk mengurangi penggunaan semen dalam penyusunan beton alir, salah satunya dengan menggunakan abu ampas tebu. Abu ampas tebu dipilih dikarenakan pada abu ampas tebu memiliki kandungan silika oksida (SiO₂) yang sangat tinggi. Hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan nilai slump flow tertinggi terjadi pada beton alir yang menggunakan abu ampas tebu sebagai substitusi parsial sebesar 2,5% dengan memberikan nilai 58,375cm dan nilai slump flow terendah terjadi pada beton alir yang menggunakan abu ampas tebu sebagai substitusi parsial sebesar 10% dengan memberikan nilai 53,875cm. nilai kuat tekan beton alir maksimum terjadi pada beton alir yang menggunakan abu ampas tebu sebagai substitusi parsial sebesar 2,5% dengan memberikan nilai sebesar 22,930Mpa pada umur 28 hari.

Kata Kunci : Abu Ampas Tebu, *Slump Flow*, Kuat Tekan.

Abstract

Flowing concrete is concrete that has high workability values. Flowing concrete consists of several constituent materials such as cement, coarse and fine aggregates, distilled water, and other added materials. Cement is a very important material in the manufacture of flow concrete, but cement also has a negative impact on the surrounding environment, one of which is by increasing carbon dioxide (CO₂) emissions in the air. With such problems, it is necessary to make efforts to reduce the use of cement in the preparation of flowable concrete, one of which is by using sugarcane bagasse ash. Sugarcane bagasse ash was chosen because sugarcane bagasse ash has a very high silica oxide(SiO₂). The results of the research that have been carried out show that the highest slump flow value occurs in flowable concrete using sugarcane bagasse ash as a partial substitution of 2.5% by giving a value of 58.375cm and the lowest slump flow value occurs in flow concrete using sugarcane bagasse ash as a partial substitution of 10% giving a value of 53,875cm. The maximum compressive strength value of flowable concrete occurs in flowable concrete using sugarcane bagasse ash as a partial substitution of 2.5% with a value of 22.930Mpa at the age of 28 days.

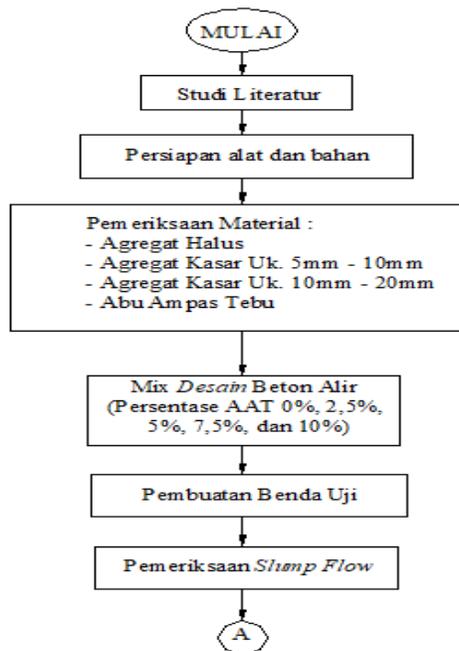
Keywords : Sugarcane Bagasse Ash, *Slump Flow*, *Compressive Strength*.

1. PENDAHULUAN

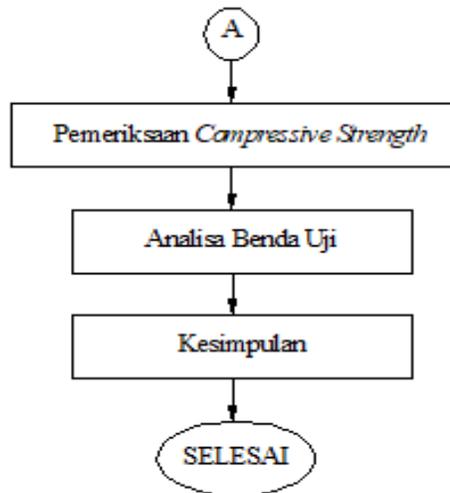
Beton alir merupakan beton yang memiliki nilai workabilitas tinggi dengan nilai slump lebih dari 7,5inchi (190mm) tanpa terjadi *bleeding* dan segregasi [6]. Beton alir terdiri dari beberapa bahan penyusun seperti semen, kerikil, pasir, air, dan bahan tambah lainnya. Dari kesemua bahan penyusun beton alir, bahan semen merupakan bahan yang sangat penting dan sangat berpengaruh dalam penyusunan beton alir, hal itu dikarenakan semen berfungsi sebagai bahan pengikat antara bahan penyusun beton alir yang satu dengan bahan penyusun beton alir yang lainnya. Meskipun bahan semen sangat penting, akan tetapi semen juga menimbulkan beberapa dampak negatif bagi lingkungan sekitar, salah satunya yaitu meningkatkan emisi karbondioksida (CO_2) di udara. Emisi karbondioksida (CO_2) yang dihasilkan dari produksi semen lebih dari empat miliar ton setiap tahunnya sekitar 8% dari emisi karbondioksida (CO_2) global [4]. Dengan permasalahan yang demikian, maka diperlukan adanya usaha untuk mengurangi bahan semen, salah satunya menggunakan bahan abu ampas tebu sebagai bahan pengganti sebagian dari penggunaan bahan semen terhadap pembuatan beton alir. Abu ampas tebu digunakan dikarenakan terdapat kelebihan dalam beberapa hal, seperti harga bahan baku yang relatif terjangkau, bahan baku yang mudah untuk didapatkan, dan serta kandungan silika oksida (SiO_2) yang terdapat dalam abu ampas tebu sangat tinggi. Oleh karena itu, dalam penelitian kali ini akan menggunakan bahan abu ampas tebu sebagai bahan pengganti sebagian semen dengan variasi abu ampas tebu 0%, 2,5%, 5%, 7,5% dan 10% terhadap *slump flow* dan *compressive strength* beton alir.

2. METODE PENELITIAN

Alur penelitian dapat dilihat pada gambar 1



Gambar 1a diagram alir penelitian



Gambar 1b Diagram alir penelitian (Lanjutan)

Pada penelitian kali ini, bahan abu ampas tebu yang digunakan berasal dari kota Sidoarjo. Pengujian bahan material yang meliputi agregat halus, agregat kasar uk. 5mm-10mm, agregat kasar uk. 10m-20mm harus telah memenuhi persyaratan sesuai dengan ASTM C 33 – 03 [1]. Pengujian abu ampas tebu menggunakan pengujian XRF dan modulus kehalusan dari abu ampas tebu menggunakan modulus kehalusan yang telah lolos saringan ayakan no.100.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pemeriksaan Material

- **Agregat Halus**

Pemeriksaan agregat halus sesuai dengan ASTM C 33 – 03. Hasil pemeriksaan agregat halus dapat ditinjau pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

Pemeriksaan	Hasil
Analisa saringan	Zona III
Berat jenis	2,63
Resapan	1,935%
Berat volume tanpa rojokan	1,482gr/cm ³
Berat volume dengan rojokan	1,704gr/cm ³
Kelembaban	5,37%
Kadar lumpur	4,0%

- **Agregat Kasar Uk. 5mm-10mm**

Pemeriksaan agregat kasar uk. 5mm-10mm sesuai dengan ASTM C 33 – 03. Hasil pemeriksaan agregat kasar uk. 5mm-10mm dapat ditinjau pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar Uk. 5mm-10mm

Pemeriksaan	Hasil
Analisa saringan	Zona I
Berat jenis	2,59
Resapan	4,273%
Berat volume tanpa rojokan	1,523gr/cm ³
Berat volume dengan rojokan	1,736gr/cm ³
Kelembaban	1,419%
Kadar lumpur	0,9%
Keausan	47,12%

- **Agregat Kasar Uk. 10mm-20mm**

Agregat kasar uk. 10mm-20mm sesuai dengan ASTM C 33 – 03. Hasil pemeriksaan agregat kasar uk. 10mm-20mm dapat ditinjau pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar Uk. 5mm-10mm

Pemeriksaan	Hasil
Analisa saringan	Zona II
Berat jenis	2,714
Resapan	1,729%
Berat volume tanpa rojokan	1,517gr/cm ³
Berat volume dengan rojokan	1,706gr/cm ³
Kelembaban	2,038%
Kadar lumpur	0,8%
Keausan	41,76%

- **Abu Ampas Tebu**

Abu ampas tebu yang akan digunakan telah dilakukan pemeriksaan XRF dan modulus kehalusan telah lolos ayakan no.100. Hasil pengujian XRF dapat ditinjau pada tabel 4 dan modulus kehalusan dapat ditinjau pada gambar 2.

Tabel 4a. Komposisi Senyawa Abu Ampas Tebu

Komposisi	Persentase
SiO ₂	59.3%
K ₂ O	19.4%
CaO	7.39%
SO ₃	5.5%
P ₂ O ₅	4.4%
Fe ₂ O ₃	2.14%
MoO ₃	1%

Tabel 4b. Komposisi Senyawa Abu Ampas Tebu (Lanjutan)

Komposisi	Persentase
MnO	0.31%
ZnO	0.12%
Rb ₂ O	0.11%
TiO ₂	0.086%
CuO	0.066%
BaO	0.06%
Re ₂ O ₇	0.06%
Eu ₂ O ₃	0.04%



Gambar 2. Abu Ampas Tebu Modulus Kehalusan no.100

3.2. Perhitungan *Mix Desain* Beton Alir

Perhitungan *mix desain* beton alir pada penelitian kali ini menggunakan referensi SNI 03-2834-2000 yang kemudian disamakan dengan *EFNARC : The European Guideline for Self – Compacting Concrete Specification, Production and Use* Tabel 8.2 ; Hal-21. Rekapitulasi hasil perhitungan *mix desain* beton alir dapat ditinjau pada tabel 5.

Tabel 5. Perhitungan *Mix Desain* (3 Sample)

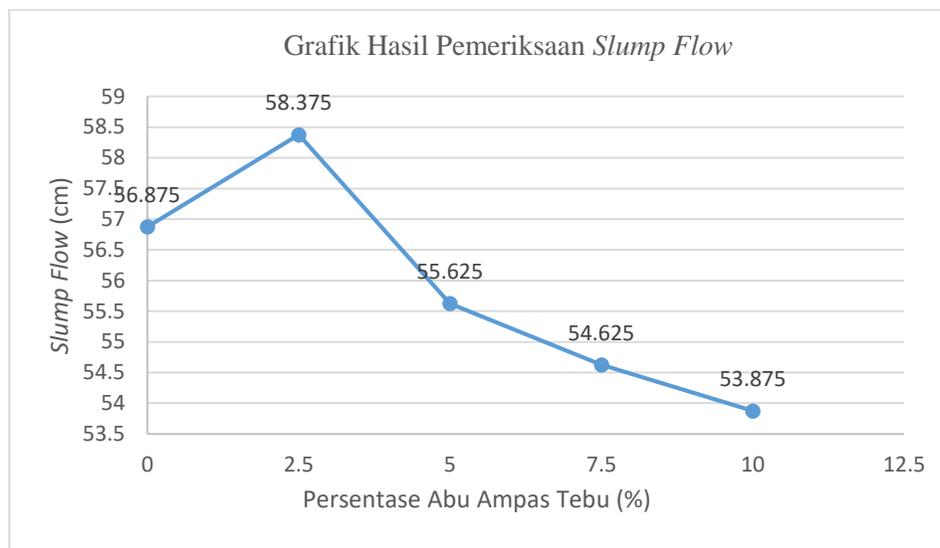
Komposisi	Semen (Kg)	AAT (Kg)	Agregat Halus (Kg)	Agregat Kasar (Kg)		<i>Superplasticizer</i> (Kg)	Air (Kg)
				Uk. 5mm-10mm	Uk. 10mm-20mm		
AAT-0%	9,05	0	18,246	3,955	12,250	0,135	3,541
AAT-2,5%	8,98	0,230	18,159	3,936	12,191	0,138	3,547
AAT-5%	8,91	0,468	18,068	3,916	12,130	0,140	3,550
AAT-7,5%	8,835	0,716	17,973	3,896	12,067	0,143	3,553
AAT-10%	8,758	0,973	17,874	3,874	12,000	0,145	3,556

3.3. Hasil Pemeriksaan *Slump Flow*

Hasil pemeriksaan *slump flow* dapat ditinjau pada tabel 6 dan gambar 3.

Tabel 6. Hasil Pemeriksaan *Slump Flow*

Komposisi	<i>Slump Flow</i> (Cm)	Perbedaan
AAT-0%	56,875	-
AAT-2,5%	58,375	+2,673%
AAT-5%	55,625	-2,197%
AAT-7,5%	54,625	-3,956%
AAT-10%	53,875	-5,274%



Gambar 3. Grafik Hasil Pemeriksaan *Slump Flow*

Tabel 6 dan gambar 3 menunjukkan bahwa semakin bertambahnya abu ampas tebu yang digunakan maka nilai *slump flow* akan mengalami tren menurun. Nilai *slump flow* paling tinggi terjadi pada AAT-2,5% (beton alir yang mengandung *substitusi parsial* abu ampas tebu sebesar 2,5% dari berat semen) yaitu sebesar 58,375cm. Nilai *slump flow* paling rendah terjadi pada AAT-10% sebesar 53,875cm. Hal ini bisa terjadi dikarenakan abu ampas tebu yang digunakan memiliki modulus kehalusan lolos ayakan no.100, dimana dengan abu ampas tebu memiliki modulus kehalusan tersebut dapat menyebabkan kemampuan abu ampas tebu untuk menyerap air lebih besar dan cepat. Sehingga, dengan semakin bertambahnya AAT yang digunakan sebagai bahan pengganti sebagian semen maka akan dapat menyebabkan terhalangnya *slump flow* untuk mengalir yang kemudian berdampak pada menurunnya nilai workabilitas pada beton alir.

3.4. Hasil Pemeriksaan *Compressive Strength*

Pemeriksaan *compressive strength* menggunakan benda uji silinder ukuran 15cmx30cm dan dilakukan pemeriksaan pada umur 7, 21 dan 28 hari. Hasil *compressive strength* pada umur 7, 21 dan 28 hari dapat ditinjau pada tabel 7, tabel 8, dan tabel 9. Gambar 4 merupakan gambar grafik yang menunjukkan tentang perbandingan *compressive strength* dengan umur beton alir.

Tabel 7. Hasil *compressive strength* Umur 7 Hari

Komposisi	$f'c$ (Mpa)	Perbandingan
AAT-0%	15,191Mpa	-
AAT-2,5%	18,022Mpa	+18,636%
AAT-5%	16,226Mpa	+6,813%
AAT-7,5%	15,569Mpa	+2,488%
AAT-10%	14,248Mpa	-6,207%

Tabel 8. Hasil *compressive strength* Umur 21 Hari

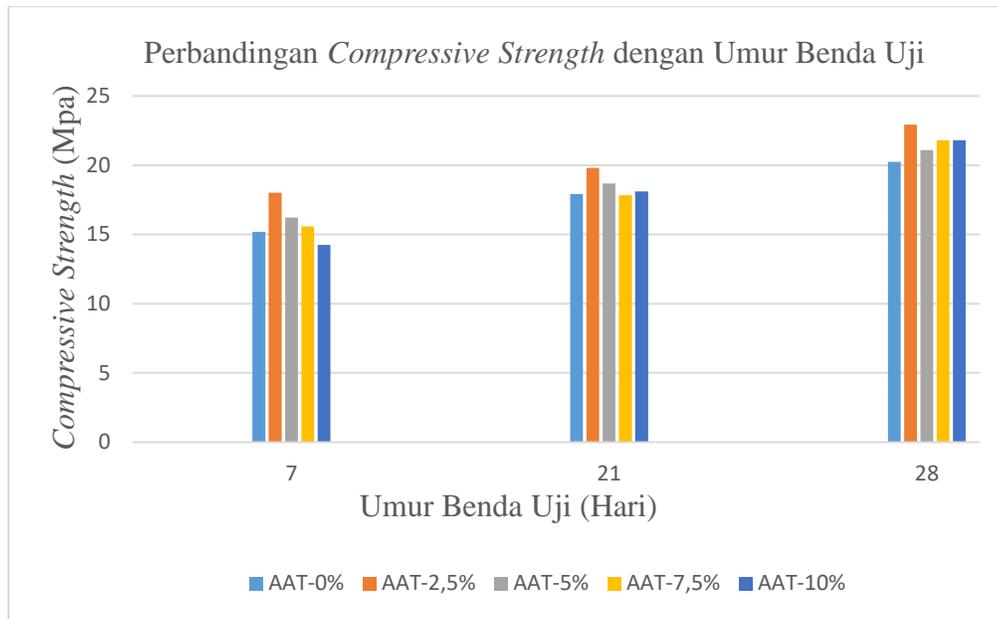
Komposisi	$f'c$ (Mpa)	Perbandingan
AAT-0%	17,928Mpa	-
AAT-2,5%	19,815Mpa	+10,525%
AAT-5%	18,683Mpa	+4,211%
AAT-7,5%	17,834Mpa	-0,524%
AAT-10%	18,117Mpa	+1,054%

Tabel 9. Hasil *compressive strength* Umur 28 Hari

Komposisi	$f'c$ (Mpa)	Perbandingan
AAT-0%	20,241Mpa	-
AAT-2,5%	22,930Mpa	+13,284%
AAT-5%	21,090Mpa	+4,194%
AAT-7,5%	21,797Mpa	+7,687%
AAT-10%	21,797Mpa	+7,687%

Hasil pemeriksaan *compressive strength* beton alir umur 7 hari menunjukkan bahwa AAT-2,5% (menggunakan abu ampas tebu sebagai bahan pengganti sebagian semen sebesar 2,5% dari berat semen) mengalami peningkatan sebesar +18,636% dari beton alir kontrol (tanpa menggunakan abu ampas tebu) dengan memberikan nilai sebesar 18,022Mpa. Hal yang sama juga terdapat pada AAT-2,5% umur 21 hari dan 28 hari, dimana menunjukkan peningkatan secara berturut-turut sebesar +10,525% dan +13,284% dari beton alir kontrol dengan memberikan nilai sebesar 19,815Mpa dan 22,930Mpa. Hal tersebut dikarenakan senyawa silika oksida (SiO_2) yang dimiliki oleh abu ampas tebu akan bereaksi dengan kapur (Ca(OH)_2) yang dibebaskan dari reaksi hidrasi semen dengan air sehingga menghasilkan senyawa $\text{C}_3\text{S}_2\text{H}_3$ yang berfungsi sama seperti semen sebagai perekat [5].

Hasil *compressive strength* dengan AAT-10% umur 7 hari mengalami penurunan nilai $f'c$ sebesar 6,207% terhadap beton alir kontrol. Hal tersebut dikarenakan pada saat melakukan pengujian kuat tekan, benda uji dikeluarkan dari curing sehari sebelum pengujian, dimana pada saat melakukan pengujian masih terdapat beberapa bagian pada permukaan luar beton alir yang masih dalam keadaan sedikit jenuh permukaan. Sehingga, dapat menyebabkan kuat tekan pada komposisi AAT-10% tidak dapat maksimal dan cenderung akan menurun.



Gambar 4. Grafik Perbandingan *Compressive Strength* dengan Umur Benda Uji

4. KESIMPULAN

1. Nilai *slump flow* tertinggi terjadi pada komposisi AAT-2,5% dengan memberikan nilai 58,375cm dan nilai *slump flow* terendah terjadi pada komposisi AAT-10% dengan memberikan nilai sebesar 53,875cm.
2. Nilai kuat tekan maksimum terjadi pada benda uji yang menggunakan abu ampas tebu sebagai bahan pengganti sebagian semen sebesar 2,5% dari berat semen dengan memberikan nilai 22,930Mpa pada umur 28 hari.

5. REFERENSI

- [1] ASTM International. (2003). ASTM C 33 – 03. *Standard Specification for Concrete Aggregates*. United States : ASTM International.
- [2] Badan Standardisasi Nasional. (2000). SNI 03-2834-2000. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Jakarta : Badan Standarsasi Nasional.
- [3] EFNARC. (2005). *The European Guidelien for Self – Compacting Concrete Specification, Production and Use*. UK : EFNARC.
- [4] Lehne, Johanna dan F. Preston. (2018). *Chatam House Report. Making Concrete Change Innovation in Low-carbon Cement and Concrete*. London : The Royal Institute of International Affairs.
- [5] Rompas, G. Phillip., dkk. “*Pengaruh Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Sebagai Substitusi Parsial Semen Dalam Campuran Beton Ditinjau Terhadap Kuat Tarik Lentur Dan Modulus Elastisitas*”. *Jurnal Teknik Sipil Statik* Vol.1 No.2, Januari 2013 (82-89).
- [6] Trimurtiningrum, Retno dan Aman Subakti. “*Compressive Stregth and Shrinkage Test of Flowing Concrete Using Fly Ash and Naphtalane – Based Superplasticizer*”. Springer International Publishing AG2017 DOI 10.1007/978-3-319-56062-5_37.