Jurnal TEKNO
(Civil Engineeering, Elektrical Engineeering and Industrial Engineeering)
Vol. 16, No : 1, April 2019 , p-ISSN:1907-5243, e-ISSN: 2655-8416

PENGARUH PENAMBAHAN ABU AMPAS TEBU SEBAGAI SUBTITUSI SEMEN PADA BETON

Firdaus, Muhammad Aulia Ridho

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas Bina Darma
email:Firdaus.dr@binadarma.ac.id, 181710038@student.binadarma.ac.id
Jl. A. Yani No. 3, Palembang 30624, Indonesia

ABSTRACT

Sugarcane (Saccharum officinarum Linn) is a plant for sugar raw materials. Plants of this type of grass (Gramineae) can only grow in tropical climates. In Indonesia, sugar cane is widely cultivated, one of which is in Sumatra. In addition to being the main ingredient for making sugar, sugar cane can be used as a substitute for cement. Sugarcane has the same content as cement, namely lime (CaO) and silica (SiO2) which are the main components in contributing to the strength of portland cement. The purpose of this study was to determine the effect of adding bagasse ash as a cement substitution to the variation of the concrete used, respectively, 0% (normal concrete), 10%, 20% and 30%. The size of the bagasse ash used is passing filter no. 100. The test object used is a cylindrical test object with dimensions of 10 x 20 cm. The planned compressive strength is fc 30 MPa. The results showed a decrease in the compressive strength of concrete for each addition of the amount of bagasse ash.

Keywords*: Baggase Ash, Compressive Strength of Concrete*

ABSTRAK

Tebu (Saccharum officinarum Linn) adalah tanaman untuk bahan baku gula. Tanaman jenis rumput-rumputan (Gramineae) ini hanya dapat tumbuh di daerah beriklim tropis. Di Indonesia tebu banyak dibudidayakan, salah satunya diwilayah Sumatera. Selain menjadi bahan utama pembuatan gula, tanaman tebu dapat dijadikan bahan subtitusi (pengganti) semen. Tanaman tebu memiliki kandungan yang sama dengan semen yaitu kapur (CaO) dan silika (SiO2) merupakan komponen utama dalam penyumbang kekuatan semen portland. Tujuan pada penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penambahan abu ampas tebu sebagai subtitusi semen pada beton variasi yang digunakan adalah berturut-turut 0% (beton normal), 10%, 20% dan 30%. Ukuran abu ampas tebu yang digunakan yaitu lolos saringan no. 100. Benda uji yang digunakan yaitu benda uji silinder dengan dimensi 10 x 20 cm. Kuat tekan yang direncanakan adalah fc 30 Mpa. Hasil penelitian menunjukkan penurunan kuat tekan beton setiap penambahan jumlah abu ampas tebu.

Kata kunci*: Abu Ampas tebu, Kuat Tekan Beton*

1. PENDAHULUAN

Beton adalah campuran dari bebarapa material yang diikat dengan semen. Material-material penyusun beton terdiri dari agregat kasar dan halus, dimana material-material tersebut memiliki porsi sebesar 75% dari campuran beton. Pemilihan material penyusun beton juga mempengaruhi sifat-sifat mekanik beton. Namun, pembuatan beton secara terus-menurus mengakibatkan sumber daya alam semakin menurun. Hal itu disebabkan karena, hampir semua material penyusun beton merupakan hasil dari sumber daya alam.

Sumber daya alam yang terus menipis mengakibatkan banyaknya penelitian-penelitian berinovasi tentang bahan tambahan (*admixture*) pada campuran beton. Salah satu nya menggunakan limbah-limbah industri yang tidak terpakai seperti ampas tebu. Tanaman tebu merupakan tanaman endemik yang ada di Indonesia. Karena, di Indonesia gula merupakan salah satu kebutuhan pokok yang tidak bisa terlepaskan. Salah satu daerah penghasil tebu terbanyak di indonesia yaitu daerah Kabupaten Ogan Ilir Provinsi Sumatera Selatan. Di daerah Kabupaten Ogan Ilir terdapat pabrik pengolahan tebu yang cukup besar yaitu pabrik PTPN 7 Cinta Manis.

Pabrik tersebut mengelolah tebu dan mengambil ekstraknya untuk dijadikan gula. Dari satu pabrik ini dalam sehari menghasilkan ampas tebu sekitar 35% - 40% dalam sehari. Bukan hanya pabrik dari pabrik yang menghasilkan limbah hasil pengelolahan tanaman tebu, hampir Sebagian besar didaerah ini masyarakat nya memiliki usaha tanaman tebu (UMKM). Namun, dari sisa limbah industri pengolahan tebu dipabrik dan UMKM ini, limbah ampasnya tidak dimanfaatkan hanya dibuang begitu saja. Dalam hal ini peneliti ingin menjadikan ampas tebu yang dihasilkan dari limbah-limbah industri hasil pengolalahan tebu di daerah kabupaten Ogan Ilir ini menjadi bahan campuran tambahan (admixture) pada beton. Hal ini diharapkan dapat menggurangi limbah-limbah industri tanaman tebu di daerah kabupaten Ogan Ilir yang tidak terpakai dan dimanfaatkan sebagai bahan campuran beton. Sebelum beton dicampur dengan ampas tebu, ampas tebu diolah terlebih dahulu dengan cara dibakar, sehingga menghasilkan abu ampas tebu (*baggase*) sebagai bahan campuran beton nanti.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Beton

Beton merupakan campuran semen, air, agregat dan dengan atau tanpa bahan tambahan. Beton memiliki daya kuat tekanyang baik oleh karena itu beton banyak dipakai atau dipergunakan untuk pemulihan jembatan dan jalan. Karena beton merupakan komposit, maka beton sangat tergantung dari kualitas masing-masing material pembentuk (Steven, 2017).

Menurut SNI-03-2847-2002, beton merupakan campuran antara semen Portland atau semen hidraulik lainnya, agregat halus, agregat kasar, air dan dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat.

2.2 Pengertian Semen

Semen merupakan bahan yang berfungsi sebagai pengikat antara material penyusun beton. Jika ditambahkan dengan air, semen akan menjadi pasta. Jika ditambahkan dengan air dan agregat halus, maka akan menjadi mortar. Dan ketika semen, agregat halus, dan agregat kasar dicampurkan maka akan menjadi beton segar (*fresh concrete*) yang setelah mengeras akan menjadi beton keras (*hardened concrete*) (Setyawan, Dkk, 2016).

2.3 Semen Portland

Menurut Steven (2017) semen portland adalah suatu bahan pengikat hidrolis (hydraulic binder) yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolik, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang

digiling bersama-sama dengan bahan utamanya. Semen ini juga mengandung bahan tambah gypsum yang berguna untuk mengontrol waktu pengikatan.

2.4 Jenis-jenis Semen Portland

Jenis/tipe semen yang digunakan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton, dalam hal ini perlu diketahui tipe semen yang telah distandarardisasi di Indonesia. Menurut SNI 0031-81, semen Portland dibagi menjadi lima tipe, yaitu:

a. Tipe I (*Ordinary Portland Cement*)
b. Tipe II (*Moderate Sulphate Cement*)
c. Tipe III (*High Early Strength Cement*)
d. Tipe IV (*Low Heat of Hydration Cement)*
e. Tipe V (*High Sulphate Resistance Cement).*

2.5 Agregat Halus

Menurut Steven (2017) Agregat halus adalah semua butiran lolos saringan 4,75 mm atau lolos saringan no.4 dan tertahan pada saringan no.200. Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alami, hasil pecahan dari batuan secara alami, atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh mesin pemecah batuyang biasa disebut abu batu. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5%, serta tidak mengandung zat-zat organik yang dapat merusak beton.

2.6 Agregat Kasar

Menurut Steven (2017) Agregat kasar adalah agregat dengan ukuran butir lebih besar dari 5 mm. Agregat harus mempunyai gradasi yang baik, artinya harus tediri dari butiran yang beragam besarnya, sehingga dapat mengisi rongga-rongga akibat ukuran yang besar, sehingga akan mengurangi penggunaan semen.

2.7 Air

Air harus bebas dari bahan yang bersifat asam, alkali, dan minyak (Pangouw, Dkk, 2013). Air yang mengandung tumbuh-tumbuhan busuk harus benar-benar dihindari karena dapat mengganggu pengikatan semen. Pada umumnya air yang memenuhi persyaratan sebagai air minum juga memenuhi syarat bila dipakai untuk membuat beton, dengan pengecualian pada air minum yang banyak mengandung sulfat (Akbar, 2018).

2.8 Bahan Tambahan (*Admixture*)

Bahan tambah (*admixture*) adalah bahan-bahan yang ditambahkan ke dalam campuran beton pada saat atau selama percampuran berlangsung. Fungsi dari bahan ini adalah untuk mengubah sifat-sifat dari beton agar menjadi lebih cocok untuk pekerjaan tertentu, atau untuk menghemat biaya Namun, Bahan tambah biasanya diberikan dalam jumlah yang relatif sedikit, dan harus dengan pengawasan yang ketat agar tidak berlebihan yang justru akan dapat memperburuk sifat beton (Steven, 2017).

2.9 Bahan Tambahan Mineral (*Mineral Admixture*)

Mineral *admixture* (bahan tambah mineral), merupakan bahan tambah yang dimaksudkan untuk memperbaiki kinerja beton (Putra, Dkk, 2021). Pada saat ini, bahan tambah mineral ini lebih banyak digunakan untuk memperbaiki kinerja tekan beton, sehingga bahan ini cendrung bersifat penyemenan. Beberapa bahan tambah mineral ini adalah *pozzolan*, *fly ash*, *slag*, *silica fume*, dan abu ampas tebu (*baggase*).

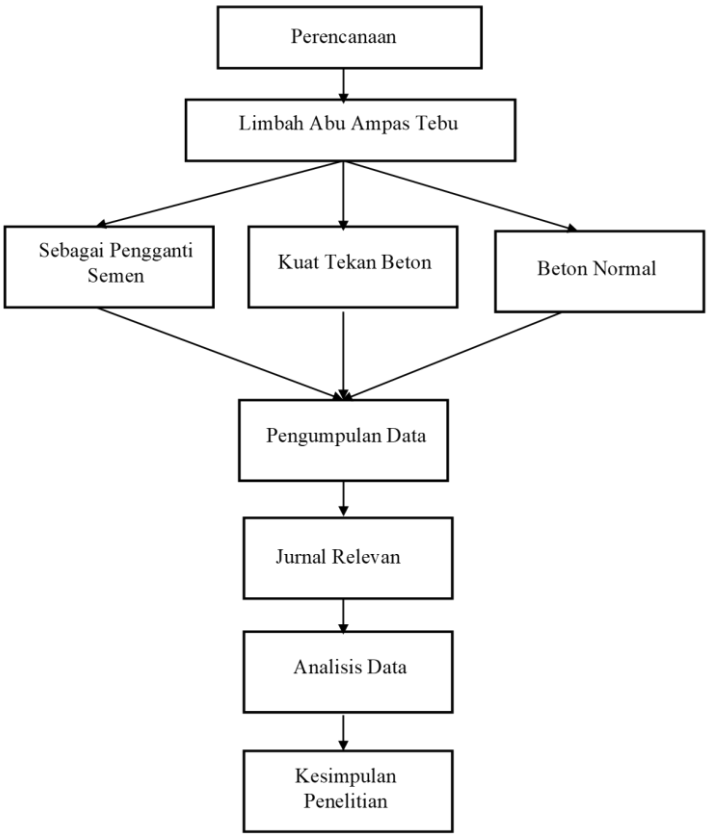
2.10 Abu Ampas Tebu (*Baggase Ash*)

Menurut Widodo (2017) Ampas tebu (*baggase ash*) adalah campuran dari serat yang kuat, yang mempunyai tingkat higroskopis yang tinggi, dihasilkan melalui penggilingan tebu. Ampas

UBD

tebu sendiri merupakan hasil limbah buangan yang berlimpah dari proses pembuatan gula (±30% dari kapasitas giling).

2.11 Kerangka Teori Penelitian



Gambar 1 : Kerangka Berpikir

3. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan metode percobaan atau eksperimental yaitu melaksanakan pengujian di Laboratorium Universitas Bina Darma Palembang.

3.1 Persiapan Bahan

Bahan utama dalam campuran beton yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Semen PCC merk Batu Raja
2. Agregat halus/pasir dan agregat kasar yang digunakan berasal dari Desa Tanjung Raja, Kabupaten Ogan Ilir, Provinsi Sumatera Selatan.
3. Air berasal dari Laboratorium Universitas Bina Darma Palembang
4. Bahan tambah (*admixture*) Abu Ampas Tebu Lolos Saringan no. 100 berasal dari Kabupaten Ogan Ilir, Provinsi Sumatera Selatan.

3.2 Pemeriksaan Bahan

Pada penelitian ini merupakan pemeriksaan bahan yang digunakan yaitu pengujiaan terhadap agregat halus dan agregat kasar. Hal ini untuk mengetahui sifat karakteristik dari agregat halus

UBD

dan agregat kasar yang akan digunakan. Pengujian agregat halus dan agregat halus sebagai berikut:

1. Pengujian analisa saringan Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2834-2000), *American Standart Test Material* (ASTM C 136-50) dan Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBBI, 1971).
2. Pengujian kadar lumpur Standar Nasional Indonesia (SNI 03-4142-1996).
3. Pengujian kadar air Standar Nasional Indonesia (SNI 03-1970-1990), dan *American Standart Test Materia*l (ASTM C 556-67) dan Pedoman Beton (PB-0210-76).

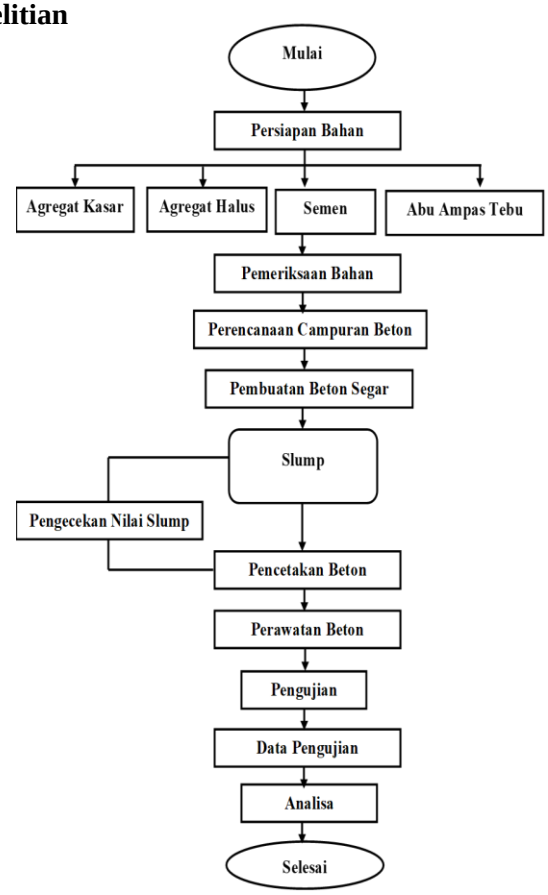
3.3 Pengujian Benda Uji

Tahap Pengujian Benda Uji, dimana pengujian dilakukan pada kuat tekan beton umur 3, 7 dan 28 hari. Pengujian kuat tekan beton berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 1974-2011) dan *American Standart Test Material* (ASTM C 192-196 dan ASTM C 617-71a). Kekuatan tekan benda uji beton dihitung dengan rumus:

$$f'c = \frac{Pmaks}{A}$$

Dimana:
f'c = Kuat Tekan Beton (Mpa)
Pmaks = Beban Maksimum (N)
A = Luas Penampang Benda Uji (cm^2)

3.4 Bagan Alir Penelitian



UBD

Gambar 2 : Diagram Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Agregat Halus

Agregat halus harus memenuhi standar sesuai dengan SNI, agar bahan bisa dipakai sebagai bahan campuran pada beton. Hasil pengujian dapat dilihat pada **Tabel. 1**

Tabel 1 : Hasil Pengujian Agregat Halus

No.	Pengujian	Hasil Pengujian	Standar	Kategori
1.	Modulus Kehalusan	2,341	SNI 03-2834-2000	Zona 3
2	Kadar Lumpur	3,5%	SNI 03-4142-1996	Layak
3.	Kadar Air	3,2%	SNI 03-1971-1990	Layak

4.2 Hasil Pengujian Agregat Kasar

Agregat kasar memenuhi standar sesuai dengan SNI, agar bahan bisa dipakai sebagai bahan campuran pada beton. Hasil pengujian dapat dilihat pada **Tabel. 2**

Tabel 2 : Hasil Pengujian Agregat Kasar

No.	Pengujian	Hasil Pengujian	Standar	Kategori
1.	Modulus Kehalusan	5,631	SNI ASTM C136:2012	40 mm
2	Kadar Lumpur	0,8%	SNI 03-4142-1996	Layak
3.	Kadar Air	2,9%	SNI 03-1971-1990	Layak

4.3 Perencanaan Campuran (*Mix Design*)

Perencanaan komposisi campuran pada penelitian ini menggunakan metode SNI 03-2384-2000 disusun pada **tabel. 3**

Tabel 3 : *Mix Design*

No.	Uraian	Nilai
1	Kuat Tekan	30 Mpa
2	Standar Deviasi Rencana	7 kg/cm^2
3	Nilai Tambah	11,48 kg/cm^2

4	Kuat Tekan Rata-rata yang hendak dicapai	41,48 kg/cm^2
5	Jenis Semen	Semen Portland Tipe I
6	Merk Semen	Semen Batu Raja
7	Jenis Agregat Kasar	Split
8	Jenis Agregar Halus	Alami (Tendeki)
9	Faktor Air Semen	0,40
10	Faktor Air Semen Maksimum	0,40
11	Slump	7,5 – 15 cm
12	Fas Yang disesuaikan	0,40
13	Persen Semen	23%
14	Persen Agregat Halus	33%
15	Persen Agregat Kasar	44%
16	Ukuran Maksimun Agregat	40 mm

4.4 Perencanaan Campuran Beton

Perencanaan komposisi campuran pada penelitian ini menggunakan metode dan 7394.2008 fc 30 disusun pada **Tabel. 4**

Tabel 4 : Proporsi campuran beton Per 9 Benda Uji

Persentase SPV	Agregat Kasar	Agregat Halus	Air	Semen	AAT
0 %	18,66 kg	9,33 kg	4,6 Liter	9,33 kg	-
10 %				8,40kg	0,933 kg
20 %				7,46 kg	1,866 kg
30 %				6,53 kg	2,799 kg

Sumber: Data Diolah Penulis, 2022

4.5 Pengujian Slump

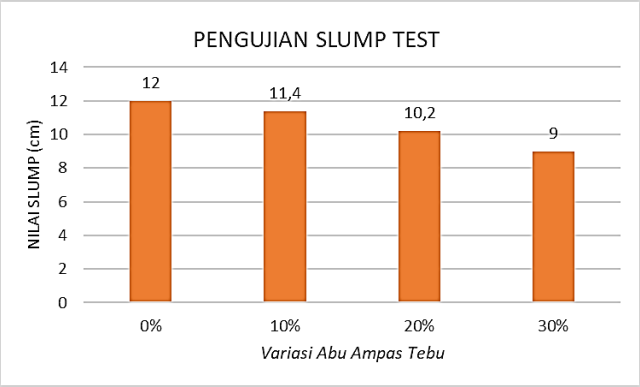
Cara Pelaksanaan pengujian *slump* berdasarkan SNI-03-1972-2008, beton dengan penambahan Abu Ampas Tebu dengan persentase 0%, 10%, 20% dan 30%. Hasil pengujian *slump* disajikan pada **Tabel. 5**

Tabel 5 : Hasil Pengujian Slump

Persentase Serat	Slump Rencana (cm)	Slump yang Didapatkan (cm)

0 %	7,5 – 15	12
10 %	7,5 – 15	11,4
20 %	7,5 – 15	10,2
30 %	7,5 – 15	9

Dari **tabel 5** dapat kita lihat nilai *slump test* yang disyaratkan yaitu berada diantara *slump* rencana yaitu 7,5 – 15 cm. Pada beton campuran normal (0%) didapatkan hasil uji *slump* yaitu 12 cm, pada beton campuran 10% mendapatkan nilai *slump* sebesar 11,4 cm, pada beton campuran 20% mendapatkan nilai *slump* 10,2 cm dan yang terakhir yaitu variasi 30 % mendapatkan nilai *slump* sebesar 9 cm. Dari hasil pengujian *slump* dapat disimpulkan bahwa setiap kenaikan jumlah kandungan abu ampas tebu nilai *slump* mengalami penurunan. Semakin rendah nilai *slump* maka tingkat *workability* nya rendah. Hubungan antara kenaikan kandungan Abu Ampas Tebu pada campuran beton dengan nilai *slump* dapat dilihat pada **gambar 3.**



Gambar 3 : Hasil Pengujian Slump

4.6 Analisa Uji Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton pada penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh penambahan abu ampas tebu sebagai subtitusi semen terhadap kuat tekan beton. Perbandingan uji kuat tekan beton pada penelitian ini yaitu dengan membandingan beton normal dengan beton variasi penambahan abu ampas tebu variasi 10%, 20% dan 30%. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 3, 7 dan 28 hari. Hasil dari rekapitulasi pengujian tekan rata-rata beton dapat dilihat pada **Tabel. 6**

Tabel 6 : Hasil Rekapitulasi Pengujian Kuat Tekan Rata-rata

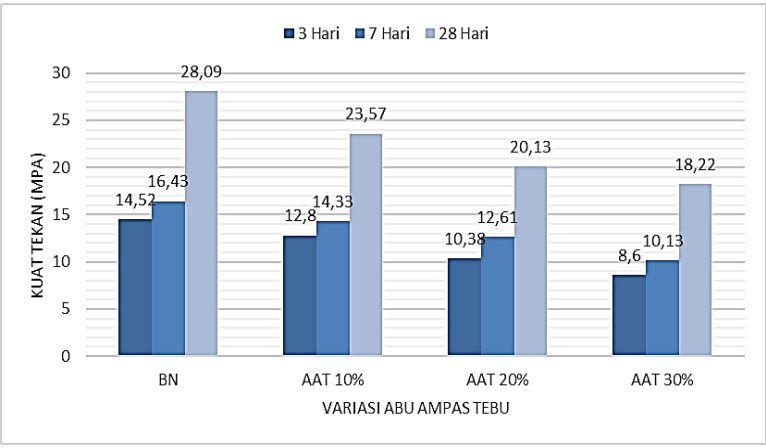
Kode Benda Uji	**Umur**	**Kuat Tekan Rata-rata**
	Hari	**Mpa**
BN	3	14,52
	7	16,43
	28	28,09
AAT 10%	3	12,80
	7	14,33
	28	23,57
	3	10,38

AAT 20%	7	12,61
	28	20,13

AAT 30%	3	8,60
	7	10,13
	28	18,22

Sumber: Hasil Pengujian, 2022

Dari **tabel 6** menunjukkan peningkatan kuat tekan seluruh benda uji dari umur 3,7 dan 28 hari. Penambahan abu apas tebu pada beton memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kuat tekan beton, dapat disimpulkan penambahan abu ampas tebu mampu menurunkan kuat tekan beton. Penambahan abu ampas tebu memiliki nilai kuat tekan selalu menurun setiap kenaikan jumlah penambahan abu ampas tebu dibandingkan dengan beton normal atau tanpa abu ampas tebu. Untuk kuat tekan awal (umur 3 hari) pada beton normal diperoleh nilai sebesar 14,52 mpa. Nilai tersebut lebih besar dari nilai kuat tekan beton pada penambahan abu ampas tebu 10%, 20% dan 30% yang masing-masing memiliki kuat tekan sebesar 12,80 mpa, 10,38 mpa dan 8,60 mpa. Sedangkan, untuk Untuk kuat tekan akhir (umur 28 hari) pada beton normal diperoleh nilai sebesar 28,09 mpa. Nilai tersebut lebih besar dari nilai kuat tekan beton pada penambahan abu ampas tebu 10%, 20% dan 30% yang masing-masing memiliki kuat tekan sebesar 23,57 mpa, 20,13 mpa dan 18,22 mpa. Dapat dikatakan dengan kenaikan jumlah abu ampas tebu pada beton menyebabkan penurunan terhadap kuat tekan beton, hal itu disebabkan oleh modulus kehalusan abu ampas tebu yang hanya diambil lolos saringan 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 dapat terjadi pengumpalan pada adukan beton segar. Selain dapat menurunkan kuat tekan beton, penambahan jumlah abu ampas tebu juga dapat menurunkan workability beton. Namun, penggunaan 10% AAT masih memiliki nilai kuat tekan yang cukup baik dibandingkan penambahanan AAT 20% dan 30%. Hubungan antara kenaikan jumlah penambahan abu ampas tebu dengan kuat tekan beton yang dapat dicapai pada pengujian umur 3,7 dan 28 hari seperti yang dapat dilihat pada **gambar 4**.



Gambar 4 : Hubungan Rekapitulasi Kuat Tekan Beton dengan Kenaikan AAT

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan perhitungan tentang pengaruh penambahan Abu Ampas tebu sebagai subtitusi semen terhadap kuat tekan beton yang telah dilakukan dalam penelitian ini dapat disimpulkan:

1. Setiap umur benda uji berturut-turut umur 3, 7 dan 28 hari selalu mengalami peningkatan kuat tekannya. Namun, setiap penambahan jumlah abu ampas tebu beton normal, dengan penambahan AAT 10%, AAT 20% dan AAT 30% kuat tekan mengalami penurnan yang signifikan.
2. Penurunan terhadap kuat tekan beton, disebabkan oleh modulus kehalusan abu ampas tebu yang hanya diambil lolos saringan 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 dapat terjadi pengumpalan pada adukan beton segar. Selain dapat menurunkan kuat tekan beton, penambahan jumlah abu ampas tebu juga dapat menurunkan *workability* beton.

5.2 Saran

Setelah melihat penelitian dan menyadari kemungkinan adanya kekurangan dalam penelitian ini, maka penulis memberikan saran-saran sebagai berikut:

1. Gunakan zona yang lebih halus lagi pada pengambilan abu ampas tebu karena pada penelitian ini hanya lolos saringan no. 100.
2. Untuk penelitian selanjutnya yaitu lebih banyak lagi untuk jumlah benda ujinya, gunakan umur pengujian pada beton penambahan abu ampas tebu lebih dari 28 hari dan gunakan variasi zat aditif juga sebagai campuran beton (*admixture*).

6. REFERENSI

ASTM C-143-71, *American Standard Testing Material*.

ASTM C-39, *Standard Testing Method for Compressive Strength of Cylinder Concerete.*

ASTM C 494, 1995, *Standard Specification for Chemical Admixtures for Concerete.*

Akbar, M. I. (2018). Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu Sebagai Material Pengganti Semen Pada Campuran Beton *Self Compacting Concrete* (SCC) Terhadap Kuat Tekan Dan Porositas Beton. Rekayasa Teknik Sipil, 1(1/REKAT/18).

Pangouw, Dkk. 2013. Pengaruh Pemanfaatan Abu Ampas Tebu sebagai Substitusi Parsial Semen dalam Campuran Beton Ditinjau tehadap Kuat Tarik Lentur dan Modulus Elastisitas. Jurnal Sipil Statik Universitas Sam Ratulangi Vol. 1 No. 2 (82 – 89), Manado.

Putra, Dkk. (2021). Pengaruh Substitusi Parsial Semen Dengan Abu Ampas Tebu Terhadap Kuat Tekan Dan Permeabilitas Beton Porous. Jurnal Sipil

Setyawan, Dkk. (2016). Pengaruh Variasi Penambahan Abu Ampas Tebu Terhadap *Flowability* Dan Kuat Tekan *Self Compacting Concrete*. Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand), 12(2), 111-120

Statik, 8(5).

Steven. 2017. Pengaruh Abu Ampas Tebu Sebagai Bahan Tambah Semen Terhadap Sifat – Sifat Mekanik Beton Dengan Menggunakan Pasir Siantar. Universitas Sumatera Utara.

Standar Nasional 03-2834, 2000, Tentang “Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal”.

Standar Nasional Indonesia 4810, 2013, Tentang "Tata cara Pembuatan dan Perawatan Spesimen Uji Beton di Lapangan (ASTM C 31-10 IDT)”.

Standar Nasional Indoneisa 03-2495, 1991, Spesifikasi Bahan Tambah Untuk Beton.

Standar Nasional Indonesia 1972, 2008. Tentang “Cara Uji *Slump* Beton”.

Standar Nasional Indonesia 1974, 2011. Tentang "Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder".

Widodo. (2017). Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu (*Bagasse Ash*) pada Kuat Tekan dan Kuat Lentur Struktur Balok.