

ANALISIS PENGARUH ABU AMPAS TEBU DAN SUPERPLASTICIZER TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON MUTU TINGGI**Romiduk A.L Sianturi dan Abdul Rais**

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan

romiduksianturi5@gmail.com

Diterima: April 2023. Disetujui: Mei 2023. Dipublikasikan: Juni 2023.

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang beton mutu tinggi dengan campuran abu ampas tebu dan superplasticizer dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh abu ampas tebu dan superplasticizer terhadap sifat mekanik beton mutu tinggi. Benda uji yang digunakan berupa silinder dengan ukuran 10 cm x 20 cm dengan standarisasi SNI 03-2834-2000 dengan mutu K-400 dengan perbandingan semen 1: 1,1:1,8 dengan FAS 0,38. Pengujian sifat mekanik yang dilakukan adalah daya serap air, kuat tekan beton dan kuat tarik belah beton setelah 28 hari perendaman dan dikeringkan 24 jam. Dari hasil campuran abu ampas tebu (0%, 1,5%, 3% dan 4,5%) dan superplasticizer (0%, 0,4%, 0,8% dan 1,2%) memiliki daya serap air rata-rata secara berturut sebesar 0,04%, 0,08%, 0,08% dan 0,07%. Hasil Pengujian kuat tekan beton rata-rata secara berturut sebesar 39,97 MPa, 25,88 MPa, 23,88 MPa, dan 18,89 MPa. Hasil pengujian kuat tarik belah beton rata-rata secara berturut sebesar 9,99 MPa, 6,47MPa, 5,97 MPa, dan 4,72 MPa. Dimana pengujiannya dilakukan setelah umur 28 hari. Dari hasil pengujian yang dilakukan campuran (0%, 1,5%, 3% dan 4,5%) dan superplasticizer (0%, 0,4%, 0,8% dan 1,2%) untuk daya serap air mengalami kenaikan hingga menghasilkan daya serap maksimum sebesar 0,08%. Hasil pengujian kuat tekan beton mengalami penurunan di tiap penambahan bahan campuran dan hasil maksimum kuat tekan beton sebesar 25,88 MPa dengan persentase abu ampas tebu (1,5%) dan superplasticizer (0,4%). Hasil pengujian kuat tarik belah maksimum adalah sebesar 6,47 MPa dengan persentase campuran abu ampas tebu sebesar 1,5% dan superplasticizer sebesar 0,4%.

Kata Kunci: Kuat Tekan Beton, Daya Serap Air, Kuat Tarik Belah Beton, Abu Ampas Tebu**ABSTRACT**

Research has been carried out on high-strength concrete with a mixture of bagasse ash and superplasticizer in order to determine the effect of bagasse ash and superplasticizer on the mechanical properties of high-strength concrete. The test object used is a cylinder with a size of 10 cm x 20 cm with the standardization of SNI 03-2834-2000 with a quality of K-400 with a cement ratio of 1: 1.1: 1.8 with FAS 0.38. Tests of mechanical properties carried out were water absorption, concrete compressive strength and split tensile strength of concrete after 28 days of immersion and 24 hours of drying. From the results of the mixture of bagasse ash (0%, 1.5%, 3% and 4.5%) and superplasticizer (0%, 0.4%, 0.8% and 1.2%) has an average water absorption the average of 0.04%, 0.08%, 0.08% and 0.07%. The results of testing the average compressive strength of concrete are 39.97 MPa, 25.88 MPa, 23.88 MPa, and 18, 89 MPa. The test results of the average split tensile strength of concrete are 9.99 MPa, 6.47

MPa, 5.97 MPa, and 4.72 MPa. Where the test is carried out after the age of 28 days. From the results of the tests carried out the mixture (0%, 1.5%, 3% and 4.5%) and superplasticizer (0%, 0.4%, 0.8% and 1.2%) for water absorption increased. to produce a maximum absorption of 0.08%. The results of the compressive strength test of concrete decreased with each addition of mixed materials and the maximum compressive strength of concrete was 25.88 MPa with the percentage of bagasse ash (1.5%) and superplasticizer (0.4%). The results of the maximum split tensile strength test were 6.47 MPa with the percentage of bagasse ash mixture of 1.5% and superplasticizer of 0.4%.

Keywords: *Compressive Strength of Concrete, Water Absorption, Split Tensile Strength of Concrete, Sugarcane Bagasse Ash*

PENDAHULUAN

Beton sebagai kumpulan interaksi mekanis serta kimiawi yang berasal dari material pembentuknya. Dengan demikian, masing – masing komponen tersebut perlu dipelajari sebelum mempelajari beton secara keseluruhan. Perencanaan dapat membuat pemilihan material yang layak komposisinya sebagai akibatnya diperoleh beton yang efisien, memenuhi kekuatan batas yang disyaratkan oleh perencana serta memenuhi persyaratan *sercebility* yang bisa diartikan sebagai pelayanan yang handal dalam memenuhi kriteris ekonomi (Siahaan, 2020).

Beton sebagai sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi dari material pembentuknya. Dengan demikian, masing – masing komponen tersebut perlu dipelajari sebelum mempelajari beton secara keseluruhan. Perencanaan dapat mengembangkan pemilihan material yang layak komposisinya sehingga diperoleh beton yang efisien, memenuhi kekuatan batas yang disyaratkan oleh perencana dan memenuhi persyaratan *sercebility* yang dapat diartikan sebagai pelayanan yang handal dengan memenuhi kriteris ekonomi (Siahaan, 2020).

Beton mutu tinggi (*high strength concrete*) adalah beton yang memiliki nilai kuat tekan di atas 40MPa. Beton mutu tinggi adalah beton yang memerlukan perlakuan yang khusus. Struktur bangunan gedung bertingkat, struktur jembatan atau bangunan beton mutu tinggi lainnya memerlukan kuat tekan yang besar untuk dapat memikul beban struktural yang diterima. Alasan penggunaan

beton bermutu tinggi pada struktur bangunan antara lain karena memiliki kemampuan kuat tekan yang tinggi di awal, mampu mereduksi ukuran kolom yang digunakan adan meningkatkan luasan runag dan memilki durabilitas yang tinggi (Apriwelni and Bintang Wirawan, 2020).

Ada beberapa faktor untuk mendapatkan kuat tekan beton bermutu tinggi, yaitu:

1. Kemampuan penyerapan material sesuai standar.
2. Proses pelaksanaan campuran agregat kasar dan agregat halus dengan pasta semen.
3. Proses pelaksanaan pengecoran.
4. Proses *curing* beton sebelum beton diuji.

Indonesia merupakan negara berkembang terus-menerus melakukan pembangunan pada segala bidang kehidupan. Salah satu sektor yang selalu berkembang ialah sektor infrastruktur. Perkembangan konstruksi di Indonesia terjadi begitu cepat, salah satunya artinya perkembangan teknologi beton yang artinya satu hal yang tidak dapat dipisahkan berasal global konstruksi. Sekarang ini penggunaan beton tidak hanya buat bangunan gedung, kini beton juga digunakan buat lapisan perkerasan di konstruksi jalanan. Selain Indonesia sebagai negara yang berkembang dalam struktur pembangunan, Indonesia juga sering dijuluki negara agraris yang memiliki kekayaan alam dari struktur perkebunan. Dari antara banyaknya jenis perkebunan yang ada di Indonesia, perkebunan tebu merupakan salah satu sumber bahan baku dalam menghasilkan gula.

Produksi gula tebu yang terus-menerus meningkat menimbulkan dampak terhadap kebersihan lingkungan, dimana produksi tebu tersebut mengakibatkan limbah yaitu ampas tebu. Abu ampas tebu yang merupakan sisa hasil pembakaran dari ampas tebu. Ampas tersebut merupakan hasil limbah buangan yang berlimpah dari hasil pembuatan gula ($\pm 30\%$ dari kapasitas giling). Ampas tebu tersebut akan dimanfaatkan sebagai bahan bakar ketel uap (alat untuk memproduksi uap yang memiliki jumlah tertentu tiap jamnya dengan tekanan dan suhu tertentu). Pembakaran ampas tebu tersebut memiliki unsur yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kuat tekan beton, karena memiliki sifat pozzolan (bahan yang mengandung senyawa silika dan aluminium) dan mengandung silika yang begitu sangat menonjol. Bila unsur tersebut tercampur dengan semen dapat menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi.

Abu ampas tebu merupakan abu yang diperoleh dari ampas tebu yang niranya telah diperas dan kemudian dilakukan proses pembakaran. Adapun proses terjadinya abu ampas tebu adalah sebagai berikut :

1. Batang tebu yang telah ditebang diangkut ke pabrik gula.
2. Batang – batang tebu tersebut kemudian digiling untuk dikeluarkan nira gulanya sehingga tersisa ampas tebu yang dalam keadaan kering.
3. Kemudian ampas tebu tersebut dibakar halus hingga ampas tersebut menghasilkan abu. Abu inilah yang merupakan limbah yang akan dimanfaatkan substitusi parsial semen dalam campuran beton (Philip Gerry,dkk. 2013).

Abu pembakaran ampas tebu adalah hasil perubahan secara kimiawi dari pembakaran ampas tebu murni. Ampas tebu digunakan sebagai bahan bakar untuk memanaskan boiler/ketel dengan suhu mencapai 500° - 600° dan lama pembakaran setiap 4-8 jam dilakukan pengangkutan atau pengeluaran abu dari boiler/ketel, karena jika dibiarkan tanpa dibersihkan akan terjadi penumpukan yang akan mengganggu proses

pembakaran ampas tebu berikutnya (Mukmim Batubara,2009).

Tabel 1. Komposisi Kimia Abu Ampas Tebu

No	Senyawa	Jumlah (%)
1	SiO ₂	46 - 81
2	Al ₂ O ₃	1 - 19
3	Fe ₂ O ₃	2 - 12
4	CaO	2-4
5	K ₂ O	0,2 – 1,8
6	MgO	1 – 4
7	Na ₂ O	0,2 – 4
8	P ₂ O ₅	0,5 - 4

Sumber : Emelda,2009

Dari data diatas dapat dilihat bahwa kandungan atau komposisi senyawa kimia yang dominan adalah SiO₂ (*silica*) sebesar 46–81%. Komposisi tersebut menguntungkan abu ampas tebu bila digunakan sebagai bahan campuran pada beton.

Selain abu ampas tebu sebagai pengikat agregat yang baik, penggunaan superplasticizer juga merupakan bahan tambah untuk meningkatkan slump, sehingga memudahkan pengerjaan beton. Superplasticizer juga dapat meningkatkan mutu beton, akibat pengurangan air, faktor air semen (FAS) yang rendah dengan slump meningkat. Dengan rendahnya faktor air semen dapat meningkatkan kuat tekan.

Superplasticizer merupakan bahan tambah (*admixture*). *Admixture* adalah bahan selain semen, agregat dan air yang ditambahkan pada campuran beton, sebelum atau selama pengadukan beton untuk mengubah sifat beton sesuai dengan keinginan perencana. *Superplasticizer* juga mempunyai pengaruh yang besar dalam meningkatkan workabilitas, *Superplasticizer* merupakan sarana untuk menghasilkan beton yang mengalir tanpa terjadi pemisahan (*segregasi/blending*) yang umumnya terjadi pada beton dengan jumlah air yang besar sehingga berguna untuk pencetakan beton di tempat-tempat yang sulit seperti tempat pada penulangan yang rapat (Utami,dkk.2017).



Gambar 1. Alat Uji Tekanan

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan Bulan Mei-Juli 2022 dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Dinas Bina Marga dan Bina Konstruksi Provinsi Sumatera Utara Jln. Sakti Lubis, Sitirejo II, Kec.Medan Amplas, Kota Medan, Sumatera Utara.

Alat dan Bahan Penelitian

Tabel 2. Alat Yang Digunakan Untuk Penelitian

No	Nama Alat	Spesifikasi	Jumlah
1	Cetakan Silinder	20 cm x 10 cm	48 buah
2	Mesin Pencampur Bahan / Molen	-	1 buah
3	Bak Perendam	-	-
4	Mesin Penguji/ Universal Testing Machine (UTM)	1800 kN	1 buah
5	Timbangan	5 kg dan 15 kg	2 buah
6	Alat pematat campuran beton (mesin vibrator)	-	1 buah
7	Saringan / ayakan	-	11 buah
8	Penggaris siku	-	1 buah
9	Mesin Los Angeles (Mesin abrasi)	-	1 buah
10	Sendok semen	-	-
11	Sekop	-	1 buah
12	Oven	-	1 buah

13	Pan	Besar dan Kecil	10 buah
----	-----	-----------------	---------

Tabel 3. Bahan-bahan yang digunakan

No	Bahan Yang Digunakan	Spesifikasi
1	Semen <i>portland</i>	Tipe I
2	Agregat Halus	Pasir Biasa
3	Agregat Kasar	Batu ¾
4	Air	PDAM
5	Abu ampas Tebu	-
6	<i>Superplasticizer</i>	-
7	Oli	-

Analisis Penelitian

Penelitian yang dilakukan pada dasarnya untuk mendapatkan pencarian bahan alternatif material penyusun beton untuk mendapatkan beton bermutu dan kinerja tinggi. Metode yang digunakan adalah kajian eksperimental. Sesudah dilakukan pemeriksaan material serta menguji kelayakan material yang akan digunakan sebagai bahan penyusun beton mutu tinggi, kemudian akan dilakukan pencampuran (*mix design*) dan *trial mix* untuk beton mutu tinggi. Perencanaan campuran beton merupakan suatu proses teoritis untuk menentukan jumlah masing – masing bahan yang diperlukan dalam suatu campuran beton, hal ini dilakukan agar proporsi dapat memenuhi ketentuan. Dalam penelitian ini *mix design* direncanakan berdasarkan metode SNI 03-2834-2000.

Benda uji yang direncanakan adalah berbentuk Silinder dengan ukuran 20 cm x 10 cm terdiri dari beton mutu tinggi dengan substitusi semen, agregat kasar, agregat halus , air, abu ampas tebu dan *superplasticizer*.

Daya serap air adalah kemampuan yang dimiliki air yang berfungsi untuk menyerap air ketika direndam dalam air, sehingga memiliki massa jenuh yang artinya hingga beton tidak mampu menyerap lagi karena sudah penuh.

Secara sistematis besarnya daya serap air suatu bahan dapat dirumuskan:

$$Daya\ serap\ air\ (\%) = \frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100 \quad (1)$$

Menurut Tjokrodimulyo (2007), kuat tekan beton akan bertambah tinggi dengan bertambahnya umur. Laju kenaikan kuat tekan beton mula-mula cepat, lama-lama laju kenaikan itu akan menjadi relatif sangat kecil setelah berumur 28 hari. Sebagai standar kuat tekan beton (jika tidak disebutkan umur secara khusus) adalah kuat tekan beton pada umur 28 hari. Laju kenaikan beton dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu jenis semen *portland*, suhu keliling beton, faktor air-semen dan faktor lain yang sama dengan faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton (Permatasari,2019).

Pengujian kuat tekan beton dilakukan setelah proses perawatan dan masa pemeliharaan setelah 28 hari dengan acuan SNI 1974 : 2011. Uji kuat tekan beton dihitung berdasarkan SNI 1974 : 2011 (BSN 2011) dengan persamaan :

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (2)$$

Sifat kuat tarik ditentukan oleh mutu betonnya. Setiap usaha perbaikan mutu beton buat kekuatan tekan hanya disertai oleh peningkatan yg kecil dari kuat tariknya. dalam SI ditentukan korelasi kuat tarik dengan kuat tekannya (f_c) merupakan $0,5\sqrt{f_c}-0,6\sqrt{f_c}$. dari asumsi kasar, nilai kuat tarik berkisar antara 9% - 15% berasal dari kuat tekannya. Kuat tarik belah diperoleh dengan benda uji silinder berdiameter 10 cm dan tinggi 20 cm yang ditekan pada sisi yang berbentuk lingkaran. Besarnya tarik benda uji dapat dihitung dengan rumus:

$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi LD} \quad (3)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

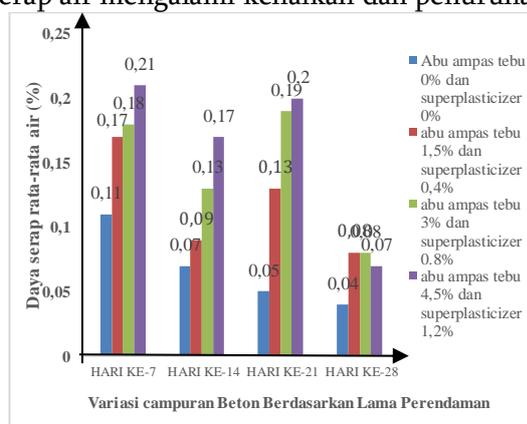
Bahan pembuatan beton dengan campuran abu ampas tebu dengan superplasticizer dengan jenis *Sika Cim concrete additive* yang telah dibuat dengan campuran semen, agregat kasar, agregat halus dan juga air. Pencampuran beton dengan benda uji berbentuk silinder dengan ukuran 20cm x 10cm dilakukan dengan perendaman sampel kemudian dikeluarkan dari bak perendaman setelah 7 hari, 14 hari, 21 hari dan

28 hari dan diletakkan pada ruang perawatan (*curing*) hingga sampel kering. Kemudian dilakukan pengujian sifat mekanik beton dan struktur. Komposisi pencampuran beton dalam penelitian ini berpacu pada SNI 03 - 2834 - 2000 dengan mutu beton K-400 yaitu: semen : agregat halus : agregat kasar 1 : 1,1 : 1,8 dengan FAS 0,38. Karakteristik beton sangat berpengaruh pada perbandingan komposisi campuran yaitu : semen, pasir, abu ampas tebu, kerikil, air, dan superplasticizer. Sifat mekanik yang dilakukan pada pengujian ini yakni daya serap air, kuat tekan beton dan kuat tarik belah beton.

Hasil Pengujian Daya Serap Air

Pengujian dayas serap air bertujuan untuk mengetahui banyak air yang diserap oleh beton yang dicampur dengan abu ampas tebu dan superplasticizer. Daya serap air dipengaruhi oleh adanya pori atau rongga udara pada beton. Selama 24 jam air akan mengalami peresapan. Semakin banyak pori atau rongga yang terdapat pada beton maka semakin besar pula penyerapan air sehingga ketahanan pada beton akan berkurang.

Pengujian ini dilakukan melalui proses perendaman selama 28 hari dan dikeringkan selama 24 jam. Adapun variasi komposisi abu ampas tebu sebesar 0%, 1,5%, 3% dan 4,5% sedangkan variasi komposisi superplasticizer 0%, 0,4%, 0,8% dan 1,2%. Pada gambar 4.13 menunjukkan bahwa daya serap air mengalami kenaikan dan penurunan.



Gambar 1. Grafik daya serap air rata-rata beton secara keseluruhan

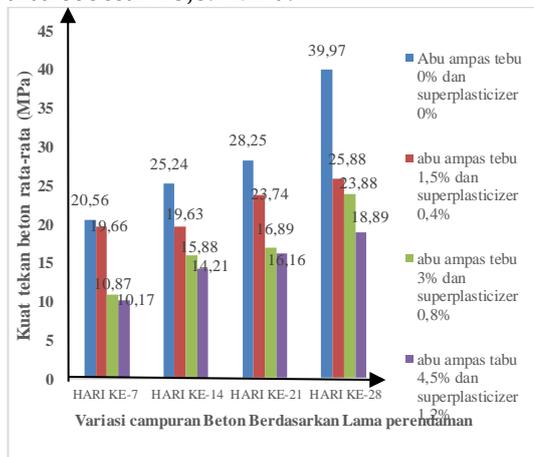
Penambahan abu ampas tebu dan superplasticizer menyebabkan rongga pada beton semakin besar hingga penyerapan beton

akan beton lebih banyak disebabkan sifat abu ampas tebu yang menyerap air sehingga pada beton campuran abu ampas tebu tidak dapat bereaksi dengan pasta semen dan workability campuran kurang baik. Pada komposisi abu ampas tebu 1,5% dan superplasticizer 0,4% penyerapan air lebih banyak seiring meningkatnya penambahan abu ampas tebu dan superplasticizer. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak daya serap air yang diserap maka ketahanan pada beton akan berkurang dan sebaliknya semakin sedikit daya serap air yang diserap maka ketahanan beton akan semakin meningkat.

Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton bertujuan untuk mengetahui kekuatan beton (*compressive strength*) pada beton dengan campuran abu ampas tebu dan superplasticizer. Pengujian ini menggunakan alat mesin *Universal Testing Machine* (UTM). Tekanan beton adalah besarnya beban per satuan luas, hal ini menyebabkan benda uji hancur saat dibebani dengan gaya tertentu yang dihasilkan oleh mesin tersebut.

Berdasarkan gambar 2. menunjukkan bahwa variasi campuran antara abu ampas tebu dan superplasticizer berpengaruh terhadap nilai kuat tekan beton. Beton campuran abu ampas tebu dan superplasticizer memiliki kuat tekan rata-rata maksimum pada komposisi abu ampas tebu (1,5%) dan *superplasticizer* (0,4%) yaitu sebesar 25,88 MPa sedangkan untuk kuat tekan rata-rata minimum pada komposisi abu ampas tebu (4,5%) dan superplasticizer (1,2%) yaitu sebesar 18,89 MPa.



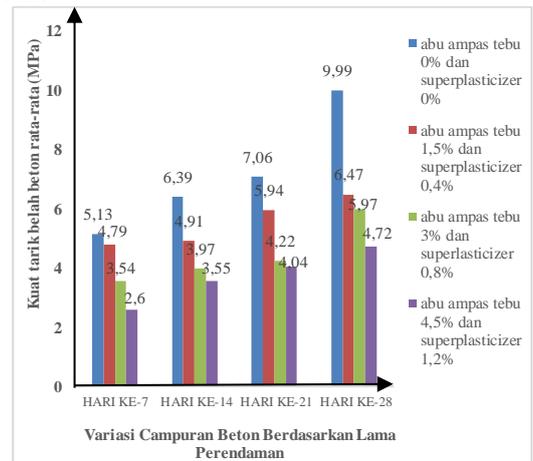
Gambar 2. Grafik Kuat tekan rata-rata beton secara keseluruhan

Hal ini disebabkan karena semakin banyak substitusi abu ampas tebu dan *superplasticizer* maka semakin rendah workability campur beton akan semakin sulit dikerjakan. Ketika di mesin vibrator pada penyebaran yang tidak merata pada abu ampas tebu menyebabkan pori atau rongga dalam beton. Penambaham komposisi abu ampas tebu yang semakin banyak menyebabkan semakin banyak air yang diserap oleh abu ampas tebu, kelebihan bahan pengisi pori sehingga pencampuran yang tidak merata terjadi tidakn saling mengikat atau homogen pada campuran.

Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Pengujian kuat tarik belah pada beton (*splitting tensile strength*) bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik beton secara tidak langsung (*indirect tensile strength*) pada beton dengan campuran abu ampas tebu dan superplasticizer, pengujian dilakukan setelah 28 hari perendaman. Pengujian ini dilakukan dengan alat *Universal Testing Machine* (UTM) berkapasitas 1800 kN.

Pengujian kuat tarik belah beton ini menggunakan cetakan silinder 10 cm x 20 cm berdasarkan pada SNI 03-2491-2002. Hasil dari pengujian kuat tarik belah beton dengan campuran abu ampas tebu (0%, 1,5%, 3% dan 4,5%) dengan superplasticizer (0%, 0,4%,08% dan 1,2%) sebagaimana terdapat pada gambar 4.12.



Gambar 3. Grafik kuat tarik belah rata-rata beton secara keseluruhan

Berdasarkan gambar 3. grafik menunjukkan bahwa kuat tarik belah

mengalami penurunan ditiap penambahan bahan campuran.

Beton dengan campuran abu ampas tebu dan superplasticizer memiliki kuat tarik belah rata-rata maksimum pada komposisi abu ampas tebu 1,5 % dan superplasticizer 0,4% yaitu sebesar 6,47 MPa. Beton dengan campuran abu ampas tebu dan superplasticizer memiliki kuat tarik belah rata-rata minimum pada komposisi abu ampas tebu 4,5% dan superplasticizer 1,2% yaitu sebesar 4,72 MPa. Hal ini disebabkan kurangnya gaya tarik-menarik antara campuran abu ampas tebu dengan pasta semen sehingga bahan tersebut mengalami beton tidak homogen atau tidak padat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil campuran abu ampas tebu (0%, 1,5%, 3% dan 4,5%) dan superplasticizer (0%, 0,4%, 0,8% dan 1,2%) diperoleh kuat tekan beton mengalami penurunan, daya serap air pada beton mengalami kenaikan, dan kuat tarik belah pada beton mengalami penurunan. Daya serap air mengalami kenaikan hingga menghasilkan daya serap maksimum sebesar 0,08%. Hasil pengujian kuat tekan beton mengalami penurunan ditiap penambahan bahan campuran dan hasil maksimum kuat tekan beton sebesar 25,88 MPa dengan persentase abu ampas tebu (1,5%) dan superplasticizer (0,4%). Hasil pengujian kuat tarik belah maksimum adalah sebesar 6,47 MPa dengan persentase campuran abu ampas tebu sebesar 1,5% dan superplasticizer sebesar 0,4%.
2. Dari hasil pengujian yang dilakukan campuran (0%, 1,5%, 3% dan 4,5%) dan superplasticizer (0%, 0,4%, 0,8% dan 1,2%) diperoleh bahwa abu ampas tebu tidak bagus digunakan sebagai bahan substitusi beton bermutu tinggi.

Sedangkan saran dari penelitian ini adalah:

1. Perlu dilakukan kembali dengan penurunan penambahan komposisi dari

variasi jenis abu ampas tebu dan superplasticizer agar dapat meningkatkan mutu beton.

2. Perlu dilakukan pengujian kembali dengan abu ampas tebu dan superplasticizer dijadikan sebagai bahan tambah bukan bahan substitusi.
3. Perlu dilakukan pengujian lain seperti SEM dan XRD untuk mengetahui karakteristik dari abu ampas tebu dalam campuran beton.
4. Perlu adanya perhatian yang lebih untuk peneliti selanjutnya dalam perawatan sampel dan pembuatan sampel yang lebih baik lagi agar tercapai kehomogenan campuran guna meningkatkan mutu beton.

DAFTAR PUSTAKA

- Bachtiar, E. et al. (2021) Kuat Tekan Dan Tarik Belah Pada Beton Yang Menggunakan Agregat Kasar Limbah Plastik, *Rekayasa Sipil* 15(1): 22–28. doi: 10.21776/ub.rekayasasipil.2021.015.01.
- Badan Standarisasi Nasional, (1989), SK SNI S-04-1989-F, Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A, *Bahan Bangunan Bukan Logam*, Jakarta, BSN.
- Badan Standarisasi Nasional, (2002), SNI 03-2847-2002, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, Jakarta, BSN.
- Badan Standarisasi Nasional, (2004), SNI 15-204-2004, *Semen Portland*, Jakarta, BSN.
- Badan Standarisasi Nasional, (2012), SNI 7656;2012, *Tata Cara Pemilihan Campuran untuk Beton Normal, Beton Berat dan Beton Massa*, Jakarta: BSN
- Mahyar, H., Syahyadi, R. and Miswar, K. (2018) 'Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi dan Abu Ampas Tebu Sebagai Substitusi Semen Terhadap Karakteristik Beton Mutu Tinggi', *Prosiding Seminar Nasional* 2(1)
- Maidayani, (2009). Pengaruh aditif latek dan komposisi terhadap karakteristik beton dengan menggunakan limbah padat

(sludge) industri kertas, *Tesis*, USU : Medan

Maysi, Try.(2021). Analisis Pengaruh Abu Cangkang Kemiri Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanik Beton Normal. *Skripsi*. UNIMED : Medan

Ongga, R. J. (2021) Kajian Kuat Lentur Balok Beton Berlapis Polypropylene-Engineered Cementitious Composites (Pp-Ecc) Yang Berbasis Low Volume Fly Ash (Lvfa) Dan Abu Sekam Padi. *Skripsi*. Fakultas Teknik. USU. Medan

Pane, F. P., Tanudjaja, H. and Windah, R. S. (2015), Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton Dengan Variasi Kuat Tekan Beton, *Jurnal Sipil Statik* 3(5): 313–321.

Pascal, D. S. (2019) 'Pengaruh Pemakaian Superplasticizer (Sika Viscocrete) Pada Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi K-500'. *Skripsi*. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Palembang. Palembang

Priwelni, S. and Bintang Wirawan, N. (2020) 'Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi dengan Memanfaatkan Fly Ash dan Bubuk Kaca Sebagai Bahan Pengisi', *Jurnal Sainstis* 20(01): 61–68. doi: 10.25299/sainstis.2020.vol20(01).4846.