

PEMANFAATAN LIMBAH TETES TEBU SEBAGAI BAHAN TAMBAH PADA CAMPURAN BETON

Dindha Bayu Andriansyah¹, Harsoyo²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia
Email: bayuandrnsyh8@gmail.com

² Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia
Email: harsoyo@uii.ac.id

Abstract

Concrete is a material that has been used for a long time in the construction world. Concrete is widely used, because its mixture components are easy to find. As time goes on, the construction world continues to grow rapidly. Many innovations have been developed in creating concretes. One of the innovations is adding chemical additive. Not only chemical substances are used as the admixture, but also product waste is added to concrete mixture. The type of waste that can be add and reacted to concrete mixture is molasses. The purposes of this research are to investigate the bonding time, maximum compressive strength, and maximum tensile strength by adding molasses of, 0,2%, 0,25%, 0,3%, 0,35%, 0,4%, 0,45%, 0,5%, and 0,55% with 28 days curing time. The samples that are used in this reserch is concrete cylinders size of 15 cm diameter and 30 cm height. The concrete mixing method is in accordance to SNI-03-2843-2005 with the 25 Mpa compressive strength. The result of this study is the addition of molasses causing the concrete workability increases and the slump Improves 100 cm to 110 cm – 180 cm. The maximum compressive strength at 28 days curing time on the sample that has 0,35% molasses of the cement weight is 33,268 MPa, increased by 31,58% compare to the concrete compressive strength without admixture. The maximum tensile strength of 28 days curing on the sample that has 0,4% of the cement weight is 4,513 MPa, increased by 24,489% compare to the concrete tensile strength without admixture. Adding molasses to concrete admixture causes slower concrete bonding time. The slowest concrete bonding time in this study is on the 0,55% molasses addition which is 330 minutes while for the concrete mixing substance whitout admixture is 180 minutes.

Keywords : Molasses, Concrete Tensile Strength, Concrete Stress Strength, Concrete bonding time

1. PENDAHULUAN

Beton merupakan material yang telah lama digunakan dalam dunia konstruksi. Beton banyak dimanfaatkan oleh masyarakat luas dikarenakan bahan campuran dari beton sangat mudah untuk ditemukan. Beton adalah suatu material struktur yang terbuat dari suatu campuran yang mempunyai proporsi tertentu dari agregat halus, agregat kasar, air, dan *portland cement* dalam sebuah dimensi cetakan yang diinginkan.

Beton dinilai lebih murah daripada konstruksi lainnya. Selain itu beton juga memiliki beberapa keunggulan diantaranya memiliki kuat tekan tinggi, tahan api, tahan terhadap perubahan cuaca, serta dalam pengerjaannya relatif lebih mudah.

Indonesia merupakan negara yang sedang berkembang di dalam dunia konstruksi.

Banyaknya proyek konstruksi dalam skala besar maupun kecil menjadikan beton siap pakai (*ready mix*) sangat dibutuhkan di Indonesia. Batching plant yang merupakan tempat untuk memproduksi beton biasanya di tempatkan jauh dari pemukiman. Hal ini dilakukan untuk mencegah pencemaran udara. Akan tetapi, lokasi pembangunan infrastruktur sebagian besar berada di tengah pemukiman atau di pusat perkotaan, sehingga memakan waktu yang lama untuk proses pengantaran beton *ready-mix* ke tempat tujuan. Ada beberapa kasus ditolaknyanya beton *ready-mix* dikarenakan beton sudah mengalami pengerasan sehingga nilai *slump* tidak sesuai dengan standar. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka diperlukan bahan tambah (*admixture*) beton yang berfungsi sebagai *set-retarder* beton.

Tetes tebu adalah salah satu limbah pabrik gula. Tetes tebu merupakan sisa

dari hasil kristalisasi gula yang berulang-ulang sehingga tidak memungkinkan lagi untuk diproses menjadi gula. Menurut Olbrich (2006) dikutip dalam Agus Santoso (2012), limbah tetes tebu mengandung 32% sukrosa, 14% glukosa dan 16% fruktosa sehingga berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan tambah campuran beton. Pemanfaatan gula konsumsi sebagai bahan tambah beton juga didasarkan pada kenyataan bahwa gula konsumsi maupun larutan tebu murni didominasi oleh sukrosa yang dapat digolongkan sebagai *retarder* dalam kategori sangat efisien.

Menurut Syahnan (2014) penambahan limbah tetes tebu sebanyak 0,25% akan memperlambat waktu ikat semen menjadi 210 menit dengan kuat tekan beton 31,9 MPa di umur beton 28 hari, sementara penambahan limbah tetes tebu sebanyak 0,5% akan memperlambat waktu ikat beton menjadi 240 menit dengan kuat tekan beton 29,44 MPa pada umur beton 28 hari. Berdasarkan penjelasan di atas, permasalahan yang muncul adalah berapakah variasi penambahan limbah tetes tebu yang sesuai untuk memperlambat waktu ikat beton yang ideal dengan kuat tekan beton yang optimum. Sehingga dalam penelitian ini akan membahas tentang pengaruh penambahan limbah tetes tebu sebagai *set-retarder* pada beton dengan variasi limbah tetes tebu 0%, 0,2%, 0,25%, 0,3%, 0,35%, 0,4%, 0,45%, 0,5% dan 0,55%.

2. STUDI PUSTAKA

Santoso (2012) telah melakukan penelitian tentang pemanfaatan limbah tetes tebu pada beton yang bertujuan untuk mengetahui nilai *workability* beton, kuat tekan beton, dan kuat tarik belah beton dengan berbagai variasi penambahan limbah tetes tebu. Variasi penambahan limbah tetes tebu yaitu 0%, 0,2% dan 0,8%. Pengujian memakai benda uji silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300mm. Hasil yang diperoleh yaitu terjadi peningkatan kelecakan beton yang berbanding lurus dengan takaran tetes tebu. Peningkatan nilai *slump* yaitu 7,5 cm pada beton normal, 10,8 cm pada variasi 0,2% dan 13,4 cm pada variasi 0,8%. Kuat tekan maksimum beton mencapai 28,59 MPa pada variasi penambahan limbah tetes tebu 0,2%. Kuat Tarik belah maksimum mencapai 2,74 MPa pada variasi penambahan limbah tetes tebu 0,2%.

Syahnan (2014) telah melakukan penelitian tentang pemanfaatan limbah tetes tebu sebagai

bahan tambah dalam campuran beton yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan tetes tebu terhadap waktu ikat semen, nilai *slump*, mutu kuat tekan beton dan kuat Tarik beton. Variasi penambahan limbah tetes tebu yaitu 0%, 0,25%, 0,5%, 0,75% dan 1% dari berat semen. Benda uji yang dipakai yaitu silinder beton dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Penelitian ini memperoleh hasil waktu ikat semen 170 menit dengan variasi 0%, 215 menit dengan variasi 0,25%, 235 menit pada variasi 0,5%, 250 menit dengan variasi 0,75% dan 280 menit dengan variasi 1%. Nilai *slump* yang didapat dari pengujian yaitu 10 cm pada variasi 0%, 12 cm pada variasi 0,25%, 13cm pada variasi 0,5%, 15cm pada variasi 0,75 cm dan 17 cm pada variasi 1%. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan maksimum beton yang diperoleh yaitu 31,9 MPa pada umur beton 28 hari dengan variasi tetes tebu 0,25% dan 28,14 MPa pada umur beton 14 hari dengan variasi tetes tebu 0,25%. Kuat Tarik belah beton maksimum yang didapat dari hasil penelitian yaitu 7,02 MPa pada umur beton 28 hari dengan variasi tetes tebu 0,5% dan 5,8 MPa pada umur beton 14 hari dengan variasi tetes tebu 0,5%.

Nau (2013) telah melakukan penelitian tentang perbandingan kuat tekan beton normal pada beton dengan campuran tetes tebu yang bertujuan untuk mengetahui kuat tekan beton dan nilai faktor umur perawatan pada beton. Variasi penambahan limbah tetes tebu yaitu dan 0,5%. Untuk pengujian kuat tekan beton, benda uji yang dipakai yaitu kubus dengan ukuran 15x15x15 cm. Hasil yang diperoleh dari penelitian tersebut yaitu untuk beton tanpa tetes tebu pada umur 28 hari mencapai 328,4 kg/cm² dan untuk beton dengan variasi penambahan limbah tetes tebu 0,5% pada umur 28 hari mencapai 301 kg/cm².

Ismunandar dkk (2016) telah meneliti tentang pemanfaatan tetes tebu sebagai bahan tambah pada beton yang bertujuan untuk menguji waktu pengerasan (*setting time*), menguji susut beton, menguji porositas, menguji kuat tekan beton, menguji kuat Tarik belah beton dan menguji modulus elastisitas beton. Variasi campuran yang dipakai yaitu penambahan tetes tebu 0,05%, 0,4%, dan 1%. Benda uji yang dipakai yaitu silinder beton dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Hasil yang didapat dari penelitian di umur beton 28 hari yaitu pada beton tanpa bahan tambah didapat kuat tekan sebesar 35,93 MPa, pada benda uji

penambahan tetes tebu 0,05% didapat kuat tekan sebesar 37,14 MPa, pada benda uji penambahan tetes tebu 0,4% didapat kuat tekan sebesar 36,44 MPa, dan pada benda uji penambahan tetes tebu 1% didapat kuat tekannya sebesar 22,85 MPa. Pada pengujian kuat tarik belah diumur 28 hari untuk benda uji beton tanpa bahan tambah, nilai kuat tarik belah adalah sebesar 4,24 MPa, pada benda uji tetes tebu 0,05% didapat kuat tarik belah 4,54 MPa, pada benda uji tetes tebu 0,4% didapat kuat tarik belah 3,84 MPa, pada benda uji tetes tebu 1% didapat kuat tarik belah 3,65 MPa. Komposisi yang memiliki kondisi paling rapuh yaitu pada komposisi tetes tebu 1 % kemudian tetes tebu 0,4 %, dan terakhir tetes tebu 0,05%. Semakin besar penambahan tetes tebu (molase) maka semakin lama waktu ikat awal dan waktu ikat akhir pada campuran pasta tersebut. Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa dengan menambahkan tetes tebu komposisi dari 0,05% - 1% dapat mempengaruhi setting time.

3. LANDASAN TEORI

3.1 Bahan penyusun beton

Bahan penyusun beton meliputi air, semen Portland, agregat kasar dan halus serta bahan tambah. Setiap bahan penyusun mempunyai fungsi dan pengaruh yang berbeda-beda dan memiliki persyaratan dalam bahan penyusunnya.

3.1.1 Air

Air merupakan bahan yang diperlukan untuk bereaksi terhadap semen, yang juga berfungsi sebagai pelumas antara butiran-butiran agregat agar dapat dikerjakan dan dipadatkan. Proses hidrasi dalam beton segar memutuhkan air kurang lebih 25% dari berat semen yang digunakan, namun dalam kenyataannya jika nilai faktor air semen kurang dari 35%, beton segar menjadi tidak dapat dikerjakan dengan sempurna, sehingga setelah mengeras beton yang dihasilkan menjadi keropos. Kelebihan air dari proses hidrasi diperlukan untuk syarat-syarat kekentalan, agar dapat dicapai suatu kelecakan (*workability*) yang baik. Kelebihan air ini selanjutnya akan menguap di dalam beton yang sudah mengeras, sehingga menimbulkan pori-pori (Santoso, 2012).

3.1.2 Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran

mortar atau beton. Berat jenis agregat ormal berkisar antara 2,5 sampai 2,7. Agregat ini kira-kira menempati sebanyak 70% dari volume mortar atau beton (Tjokrodimuljo, 2007). Agregat dapat diklasifikasikan menjadi 2 jenis, yaitu agregat kasar dan agregat halus.

3.1.3 Semen Portland

Semen Portland dibuat dari semm hidrolis yang dihasilkan secara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis ditambah dengan bahan yang mengatur waktu ikat (Sagel dkk, 1993). Semen Portland merupakan bahan ikat yang penting dan banyak dipakai dalam pembangunan fisik.

Semen dibagi lagi menjadi dua macam, yaitu semen hidraulis dan semen non-hidraulis. Semen hidraulis yaitu semen yang dapat mengikat dan mengeras di dalam air. Sedangkan semen non-hidraulis yaitu semen yang tidak dapat mengikat dan mengeras di dalam air, akan tetapi dapat mengeras di udara.

Menurut Tjokrodimuljo (2007) bahwa jenis semen portland yang digunakan adalah sebagai berikut ini.

1. Jenis semen I adalah semen yang digunakan untuk konstruksi umum, yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis jenis lain.
2. Jenis semen II adalah semen yang digunakan untuk konstruksi yang agak tahan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
3. Jenis semen III adalah semen yang digunakan untuk konstruksi dengan syarat kekuatan awal yang tinggi.
4. Jenis semen IV adalah semen yang digunakan dalam konstruksi dengan syarat panas hidrasi yang rendah.
5. Jenis semen V adalah semen yang digunakan dalam konstruksi dengan syarat sangat tahan terhadap sulfat.

3.1.4 Bahan tambah (Admixture)

Bahan tambahan atau pembantu untuk beton adalah suatu produksi di samping bahan semen, agregat campuran dan air, juga dicampurakan dalam campuran beton. Tujuan dari penambahan adalah untuk memperbaiki sifat-sifat tertentu dari campuran beton lunak dan keras (Sagel dkk, 1993). Pada umumnya, bahan tambah yang kerap kali dipakai adalah bahan tambah kimia dan bahan tambah mineral.

1. Bahan tambah kimia.

Menurut Susilorini dan Sambowo (2011) dikutip dalam Santoso (2012), jenis-jenis bahan tambah menurut ASTM C494 digolongkan sebagai berikut.

- a. Tipe A “*Water-Reducing Admixtures*”
- b. Tipe B “*Retarding Admixture*”
- c. Tipe C “*Accelerating Admixture*”
- d. Tipe D “*Water Reducing and Retarding Admixtures*”
- e. Tipe E “*Water Reducing and Accelerating Admixtures*”
- f. Tipe F “*Water Reducing, High Range Admixtures*”
- g. Tipe G “*Water Reducing, High Range Retarding Admixtures*”

2. Bahan tambah mineral.

Bahan tambah mineral saat ini banyak ditambahkan ke dalam campuran beton dengan berbagai tujuan, antara lain untuk mengurangi pemakaian semen, mengurangi temperature akibat reaksi hidrasi, mengurangi bleeding atau menambah kelecakan beton segar. Cara pemakaiannya pun berbeda-beda, sebagai bahan pengganti sebagian semen atau tambahan pada campuran untuk mengurangi agregat (Nugraha dan Antoni, 2007). Beberapa jenis bahan tambah mineral yaitu pozzolan, abu terbang, kerak tanur tinggi, uap silika, abu kulit gabah.

3.2. Perencanaan campuran beton (mix design)

Penelitian ini menggunakan metode perencanaan campuran adukan beton sesuai dengan standar SNI-03-2834-2000. Salah satu tujuan penelitian memakai perencanaan campuran beton dengan standar SNI-03-2834-2000 adalah untuk menghasilkan beton yang mudah dikerjakan dan sesuai dengan standar pengerjaan yang ada di Indonesia.

3.3. Umur Beton

Kuat tekan beton bertambah sesuai dengan bertambahnya umur beton. Kekuatan beton akan naiknya secara cepat sampai umur 28 hari, tetapi setelah itu kenaikannya akan kecil. Biasanya kekuatan tekan rencana beton dihitung dalam 28 hari (Mulyono, 2004).

3.4 Waktu ikat

Pengikatan beton adalah proses ketika air dan semen bereaksi. Pengikatan ini terjadi akibat reaksi

hidrasi yang terjadi pada permukaan butir semen, terutama butir trikalsium aluminat. Pengerasan (hardening) adalah pertumbuhan kekuatan dari beton atau mortar setelah bentuknya menjadi padat (Nugraha dan Antoni, 2007).

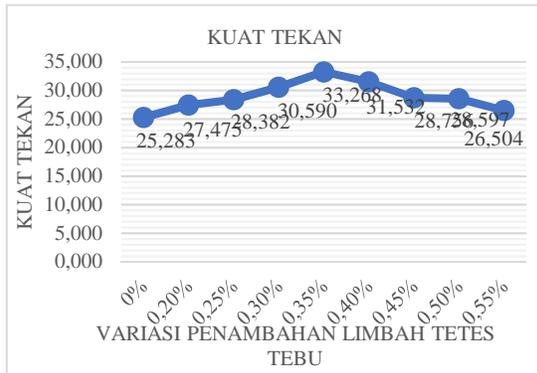
Menurut Mulyono (2003) waktu ikat beton perlu dilakukan pemantauan dikarenakan berkaitan dengan fase beton yang mempengaruhi kekuatan beton yang dihasilkan dari pelaksanaan pengecoran. Secara umum fase ikat beton dibagi menjadi dua, yaitu :

1. *Initial setting* atau waktu ikat awal beton adalah ketika proses pengikatan atau proses hidrasi sudah terjadi dan panas hidrasi muncul, serta *workability* beton segar telah hilang.
2. *Final setting* atau waktu ikat akhir adalah kondisi yang menunjukkan bahwa beton telah mengeras secara sempurna.

4. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental yang dilakukan di Laboratorium. Metode ini dilakukan untuk mengetahui tentang bagaimana bahan tambah tetes tebu bereaksi terhadap beton. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Pada penelitian ini menggunakan sampel yaitu beton mutu normal yang dicampurkan dengan limbah tetes tebu dengan variasi 0%, 0,2%, 0,25%, 0,3%, 0,35%, 0,4%, 0,45%, 0,5% dan 0,55%. Benda uji pada penelitian ini kemudian diuji kuat tekan dan kuat tarik belahnya, setelah mendapatkan data hasil pengujian kemudian dilakukan analisis data sehingga dapat diambil kesimpulan dari hasil analisis yang telah dilakukan.

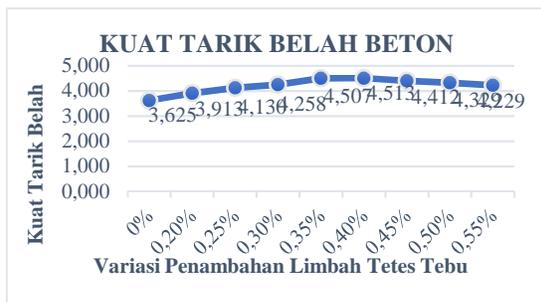
5. HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN



Gambar 5.1 Hasil pengujian kuat tekan beton

Berdasarkan hasil pengujian di atas, kuat tekan beton mengalami peningkatan pada beberapa variasi tertentu. Beton pada variasi 0,2%; 0,25%; 0,3%; 0,35%; 0,4%; 0,45%; 0,5% dan 0,55% mengalami kenaikan kuat tekan jika dibandingkan dengan kuat tekan beton tanpa bahan tambah.

Kuat tekan optimum pada pengujian ini terdapat pada variasi 0,35% yaitu sebesar 33,268MPa. Penurunan yang terjadi pada variasi 0,4%, 0,45%, 0,5% dan 0,55% dari kuat tekan optimum bisa terjadi, karena pada variasi ini penambahan limbah tetes tebu sebesar 0,4% , 0,45%, 0,5% dan 0,55% sudah tidak efektif digunakan, sehingga menyebabkan kuat tekan beton menurun. Hal ini bisa terjadi karena campuran air dan semen (pasta) sudah tidak mampu lagi untuk mengikat secara keseluruhan agregat yang dibutuhkan, sehingga ikatan yang terjadi di dalam campuran tidak sempurna.



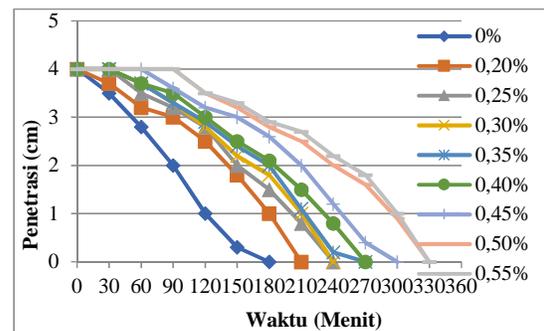
Gambar 5.2 Hasil pengujian kuat tarik belah beton

Berdasarkan hasil pengujian di atas, kuat tarik belah beton mengalami peningkatan pada beberapa variasi tertentu. Beton pada variasi 0,2%; 0,25%; 0,3%; 0,35%; 0,4%; 0,45%; 0,5% dan 0,55% mengalami kenaikan kuat tarik belah jika

dibandingkan dengan kuat tarik belah beton dengan tanpa penambahan limbah tetes tebu.

Hasil optimum pada penambahan limbah tetes tebu untuk kuat tarik belah beton pada umur 28 hari adalah pada variasi 0,4% yaitu sebesar 4,513 MPa. Variasi 0,45%, 0,5 dan 0,55 mengalami penurunan dari variasi sebelumnya, namun pada variasi ini kuat tarik belah betonnya masih berada di atas kuat tarik belah beton pada variasi 0%. Seluruh kuat tarik belah yang didapat dalam penelitian ini sesuai dengan persyaratan kuat tarik belah beton yaitu antara 8% - 15% kuat tekan betonnya.

Ditemukan perbedaan nilai optimum dari kuat tekan dan kuat tarik belah. Nilai optimum pada kuat tekan beton terdapat pada variasi 0,35% yaitu sebesar 33,268 MPa, kadar optimum pada kuat tarik belah beton terdapat pada variasi 0,4% yaitu sebesar 4,513 MPa. Dalam SNI T-15-1991-03 dijelaskan bahwa nilai kuat tarik belah memiliki hubungan dengan nilai kuat tekan beton. Kenaikan nilai kuat tarik belah beton yang terjadi seharusnya bersamaan dengan kenaikan nilai kuat tekan. Sehingga jika kuat tekan suatu beton naik, maka kenaikan tersebut juga terjadi pada kuat tarik belah beton. Namun, hasil pengujian menunjukkan bahwa kenaikan kuat tekan beton tidak diiringi dengan kenaikan kuat tarik belahnya. Hal ini mungkin bisa terjadi karena sampel yang sedikit untuk setiap variasinya, maka perlu untuk menambah jumlah sampel di penelitian selanjutnya untuk meminimalisir kesalahan pada penelitian.



Gambar 5.2 Grafik hasil waktu ikat beton

Hasil yang didapat waktu ikat terlama yaitu pada variasi penambahan tetes tebu 0,55% dengan waktu ikat 330 menit. Dari gambar diatas dapat disimpulkan bahwa semakin banyak penambahan limbah tetes tebu maka semakin lama waktu ikat awal dan waktu ikat akhirnya. Hal ini terjadi karena

gula merupakan zat yang termasuk dalam golongan karbohidrat dengan C, H, O sebagai unsur pembentuknya. Gula biasa disebut sebagai *sukrosa* / *sakarosa* (C₁₂ H₂₂ O₁₁) dan termasuk dalam golongan disakarida yang memiliki rasa manis. Menurut Olbrich (2006) dikutip dalam Agus Santoso (2012), limbah tetes tebu mengandung 32% sukrosa, 14% glukosa dan 16% fruktosa sehingga berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan tambah campuran beton. Pemanfaatan gula konsumsi sebagai bahan tambah beton juga didasarkan pada kenyataan bahwa gula konsumsi maupun larutan tebu murni didominasi oleh sukrosa yang dapat digolongkan sebagai *retarder* dalam kategori sangat efisien. Gula digunakan sebagai filter, memberikan tingkat kemanisan yang di perlukan dan mengurangi viskositas pada tekstur.

6. SIMPULAN DAN SARAN

6.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan serta pembahasan yang telah diuraikan pada bab – bab sebelumnya, penelitian ini memiliki beberapa kesimpulan. Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penambahan limbah tetes tebu menyebabkan campuran beton menjadi lebih mudah untuk dikerjakan, ditunjukkan dengan bertambahnya nilai *slump* dari 90 mm menjadi 110 mm sampai dengan 160 mm.
2. Persentase optimum penambahan limbah tetes tebu pada kuat tekan beton terdapat pada variasi 0,35% dengan nilai kuat tekan sebesar 33,268 MPa. Terjadi peningkatan 31,58% dari kuat tekan beton dengan tanpa bahan tambah.
3. Persentase optimum penambahan limbah tetes tebu pada kuat tarik belah beton terdapat pada variasi 0,4% dengan nilai kuat tekan sebesar 4,513 MPa. Terjadi peningkatan 24,489% dari kuat tekan beton dengan tanpa bahan tambah.
4. Nilai optimum pada kuat tekan dan kuat Tarik belah beton ditemukan berbeda, hal ini terjadi karena sampel yang sedikit untuk setiap variasinya.
5. Waktu ikat maksimum yang diperoleh dari beton yaitu 330 menit pada variasi 0,55%.
6. Limbah tetes tebu dianggap cocok untuk digunakan sebagai set retarder pada beton dengan perbandingan waktu ikat yang cukup

jauh dibandingkan dengan beton tanpa bahan tambah.

6.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diberikan saran untuk penelitian selanjutnya. Adapun saran untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Nilai optimum untuk kuat tekan dan kuat tarik belah beton ditemukan berbeda, hal ini terjadi karena ada sedikit kerancuan dalam hasil pengujian pada satu benda uji variasi 0,30%, sementara benda uji pada setiap variasi hanya 3 buah, oleh karena itu untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menambahkan benda uji pada setiap variasinya.
2. Penelitian ini dapat dijadikan pertimbangan untuk menjadi alternatif bahan tambah pada beton sebagai set-retarder, khususnya pada perusahaan *ready mix*.

Daftar Pustaka

- Mulyono, Tri. 2003. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: CV. Andi Offset.
- Nau, Y. 2013. *Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal Dengan Beton Yang Bercampur Tetes Tebu Untuk Fc' = 24 MPa*. Skripsi Jurusan Teknik Sipil Universitas Tribhuwana Tunggaladewi. Malang.
- Nugraha, P. & Antoni. 2007. *Teknologi Beton Dari material, Pembuatan, Ke Beton Kinerja Tinggi*. Yogyakarta: CV. Andi Offset.
- Olbrich, H. 2006. *The Molasses, BioTechnology*. Essex
- Sagel. 1993. *Pedoman Pengerjaan Beton*. Jakarta. Erlangga
- Santoso, Agus. 2012. *Pemanfaatan Limbah Tetes Tebu Sebagai Alternatif Pengganti Set-Retarder Dan Water Reducer Untuk Bahan Tambah Beton*. Jurnal Jurusan Pendidikan Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Negeri Yogyakarta. Vol VIII. No 2. Halaman: 166-168.
- Syahnan, Ahmad Prima. 2014. *Pemanfaatan Limbah Pabrik Gula (Tetes Tebu) Sebagai Bahan Tambah Dalam Campuran Beton*.

Skripsi Jurusan Teknik Sipil Universitas
Sumatera Utara.

Tjokrodimuljo, K. 2007. *Teknologi Beton*. Biro
Penerbit Teknik Sipil Keluarga
Mahasiswa Teknik Sipil dan Lingkungan,
Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.