

# **Pemanfaatan Limbah Pabrik Gula (Tetes Tebu) Sebagai Bahan Tambah Dalam Campuran Beton**

**TUGAS AKHIR**

*Diajukan untuk melengkapi syarat penyelesaian  
pendidikan Sarjana Teknik Sipil*

**Disusun oleh :**

**Ahmad Prima Syhnan**  
**090404011**



**BIDANG STUDI STRUKTUR  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA  
2014**

## ABSTRAK

Seiring meningkatnya perindustrian di era globalisasi dan kemajuan teknologi yang terus berkembang. Hal ini mengakibatkan munculnya benda-benda tak habis pakai (limbah) menumpuk. Salah satu limbah yang belum begitu banyak diteliti sebagai bahan dalam campuran beton yaitu tetes tebu (*molase*). Tetes tebu merupakan salah satu limbah yang dihasilkan oleh pabrik gula. Bahan tambahan ini banyak sekali fungsinya, seperti menambah kekuatan beton, memperlambat waktu pengikatan hingga mempertimbangkan sisi harganya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sejauh mana pengaruh penambahan tetes tebu (*molase*) terhadap waktu ikat semen, nilai *slump*, mutu kuat tekan beton dan kuat tarik belah beton. Komposisi penambahan kadar tetes tebu (*molase*) sebanyak 0%, 0,25%, 0,5%, 0,75% dan 1% dari penggunaan semen, dan faktor air semen ditentukan sama pada semua variasi campuran, yaitu sebesar 0,48. Sampel yang digunakan adalah berbentuk silinder ( $\Phi=15\text{cm}$  ;  $h=30\text{cm}$ ) dengan mutu beton yang direncanakan 20MPa. Jumlah sampel sebanyak 60 sampel, terdiri dari 5 variasi dan masing-masing variasi sebanyak 12 sampel. Sampel diuji pada umur 14 dan 28 hari, dengan terlebih dahulu dilakukan perawatan sebelum pengujian. Dari hasil penelitian diperoleh kuat tekan tertinggi terjadi pada variasi penambahan tetes tebu 0,25%, yaitu sebesar 28,14Mpa untuk umur 14 hari dan 31,9MPa untuk umur 28 hari. Kuat tekan terendah terjadi pada penambahan tetes tebu 1%, yaitu sebesar 3,94MPa untuk umur 14 hari dan 9,55MPa untuk umur 28 hari. Sedangkan pada pengujian kuat tarik belah, kuat tarik belah tertinggi terjadi pada variasi penambahan tetes tebu 0,5% yaitu sebesar 5,79MPa untuk umur 14 hari dan 7,02MPa untuk umur 28 hari. Kuat tarik belah terendah terjadi pada variasi penambahan 1% yaitu sebesar 1,47MPa untuk umur 14 hari dan 2,32MPa untuk umur 28 hari. Pada pengujian *slump test* terjadi peningkatan nilai *slump* terhadap beton dengan bahan tambahan tetes tebu. Pada penelitian waktu ikat diperoleh, waktu ikat awal dan waktu ikat akhir tercepat terjadi pada pasta penambahan tetes tebu 0% serta waktu ikat awal dan waktu ikat akhir terlama terjadi pada penambahan tetes tebu 1%.

Kata kunci : *Tetes Tebu (Molase), Waktu Ikat, Kuat Tekan Beton, Kuat Tarik Belah*

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji syukur bagi Allah SWT yang telah memberikan karunia kesehatan dan kesempatan kepada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Shalawat dan salam keatas Baginda Rasulullah Muhammad SAW yang telah memberi keteladanan dalam menjalankan setiap aktifitas sehari-hari, sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini merupakan syarat untuk mencapai gelar sarjana Teknik Sipil bidang Struktur Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara, dengan judul “**Pemanfaatan Limbah Pabrik Gula (Tetes Tebu) Sebagai Bahan Tambah Dalam Campuran Beton**”.

Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan tugas akhir ini tidak terlepas dari dukungan, bantuan serta bimbingan dari berbagai pihak sehingga penulisan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan. Pada kesempatan ini pula, Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ing. Johannes Tarigan, sebagai Ketua Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara serta sebagai dosen Pembimbing Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ir. Syahrizal, MT., selaku Sekretaris Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.
3. Bapak M. Agung Putra Handana, ST. MT., sebagai Dosen Pembimbing 2, yang telah banyak memberikan dukungan, masukan, bimbingan serta meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam membantu saya menyelesaikan Tugas Akhir ini.

4. Bapak Ir. Torang Sitorus, MT dan Ibu Ir. Nursyamsi, ST. MT., sebagai Dosen Pembanding dan Penguji, atas saran dan masukan yang diberikan kepada penulis terhadap Tugas Akhir ini.
5. Bapak Prof. Dr. Bachrian Lubis, M.Sc., sebagai Kepala Laboratorium Bahan Rekayasa Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Pengajar Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara yang telah membimbing dan memberikan pengajaran kepada Penulis selama menempuh masa studi di Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.
7. Seluruh Pegawai Administrasi Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara yang telah memberikan bantuan selama ini kepada penulis.
8. Teristimewa keluarga saya, Ayahanda Syahril dan Ibunda Nani Rosnani serta adik-adik saya Dwi Puspita Sari Syahnan dan Indah Permata Syahnan yang telah memberikan doa, motivasi, semangat dan nasehat. Terima kasih atas segala pengorbanan, cinta, kasih sayang dan doa yang tiada batas.
9. Teristimewa dihati Nora Usrina, yang telah memberikan doa, motivasi, semangat, nasehat dan membantu saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini, terima kasih atas doanya.
10. Buat keluarga besar Laboratorium Beton USU. Bg. Budi, Bg. Eko, Bg. Ray, Bg Indra, Bg. Arlin, Bg. Gemal, Bg. Pau, Bg. Nova, Bg. Hamzah, Bg. Ghafur, Bg. Andi, Bg. Faim, Bg. Yusuf Saleh, Bg. Tami, Bg. Ari

Yusman, Bg. Harli, Hafis, Reza, Rahmad, Fauzi yang selalu membantu dari awal sampai akhir, memberi masukan-masukan hingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan semaksimal mungkin.

11. Teman-teman mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Angkatan 2009, Dicky Dwi Abdillah, Gustara Iqbal, Hisbulloh Nasution, Ihsanuddin Saputra, M. Fatahur Rahman, Khairun Nazli, Irwan Sakti Lubis, Septian I. Pramana, Ryan Pramana, Muhammad Rizki, Afriyansah, Deni Malik, Muhammad Taufik, Benny Pradana, Feri Pahrizal, Hannawiyah Harahap, Sri Wahyuni Sebayang, Atina Rezki, Nita Fadilla, Sarra Rahmadani, Merni Damalia, Putri Nurul Hardhanti, Lia Kartika Sitompul, Gustina A. Prawira, Vinanissa Sri Floreda, serta teman-teman angkatan 2009 sipil lainnya yang tidak dapat disebutkan seluruhnya terima kasih atas semangat dan bantuannya selama ini.
12. Adik-adik Angkatan 2012 Yogi, Embas, Wahyu dan Victor yang telah membantu saya pada saat proses pengecoran, terima kasih atas kerjasamanya.
13. Buat Mas Subandi, bapak dan ibu kantin beton.
14. Dan segenap pihak yang belum penulis sebut disini atas jasa-jasanya dalam mendukung dan membantu penulis dari segi apapun, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari Bapak dan Ibu Staf Pengajar serta rekan-rekan mahasiswa demi penyempurnaan Tugas Akhir ini.

Akhir kata, Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat yang sebesar-besarnya bagi kita semua. Amin.

Medan, Januari 2014

Ahmad Prima Syahnan

09 0404 011

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b> .....	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xiii</b>

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian .....	2
1.3 Pembatasan Masalah .....	3
1.4 Metodologi Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	5
1.6 Sistematika Penulisan .....	6

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Umum .....	8
2.2 Beton Segar ( <i>Fresh Concrete</i> ) .....	9
2.2.1 Kemudahan Pengerjaan ( <i>Workability</i> ) .....	10
2.2.2 Pemisahan Kerikil ( <i>Segregation</i> ) .....	13
2.2.3 Pemisahaan Air ( <i>Bleeding</i> ) .....	13
2.3 Beton Keras ( <i>Hardened Concrete</i> ) .....	14

2.3.1 Kekuatan Tekan Beton ( $f'c$ ) .....	14
2.3.2 Kuat Tarik Beton .....	21
2.4 Bahan Penyusun Beton .....	22
2.4.1 Semen .....	22
2.4.1.1 Umum .....	22
2.4.1.2 Semen Portland .....	23
2.4.1.3 Jenis Semen Portland .....	24
2.4.1.4 Bahan Penyusun Semen Portland .....	25
2.4.2 Agregat .....	26
2.4.2.1 Agregat Halus .....	26
2.4.2.2 Agregat Kasar .....	28
2.4.3 Air .....	30
2.4.4 Bahan Tambahan .....	31
2.4.4.1 Jenis dan Pengaruh Bahan Tambah kimia .....	33
2.4.4.2 Tetes Tebu ( <i>Molase</i> ) .....	35

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1 Umum .....	39
3.2 Bahan-Bahan Penyusun Beton .....	41
3.2.1 Semen Portland .....	41
3.2.2 Agregat Halus .....	42
3.2.3 Agregat Kasar .....	46
3.2.4 Air .....	49
3.2.5 Tetes Tebu ( <i>Molase</i> ) .....	49
3.3 Perencanaan Campuran Beton ( <i>Mix Design</i> ) .....	50



3.4 Penyediaan Bahan Penyusun Beton .....	51
3.5 Pembuatan Benda Uji .....	51
3.6 Penggunaan Tetes Tebu ( <i>Molase</i> ) .....	53
3.7 Pengujian Sampel .....	55
3.7.1 Uji Kuat Tekan Beton .....	55
3.7.2 Uji Kuat Tarik Beton .....	56
3.7.3 Uji Waktu Ikut Semen .....	57
 <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Waktu Ikut Semen .....	60
4.2 Nilai Slump .....	63
4.3 Kuat Tekan Silinder Beton .....	64
4.4 Pola Retak pada Pengujian Kuat Tekan .....	66
4.5 Kuat Tarik Belah Silinder Beton .....	68
 <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	72
5.2 Saran .....	73
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>75</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Benda uji silinder .....	3
Gambar 2.1	Kerucut abrams .....	11
Gambar 2.2	<i>Slump</i> sebenarnya .....	12
Gambar 2.3	<i>Slump</i> geser .....	12
Gambar 2.4	<i>Slump</i> runtuh .....	12
Gambar 2.5	Model benda uji silinder .....	16
Gambar 2.6	Hubungan antara faktor air semen dengan kekuatan beton selama masa perkembangannya .....	17
Gambar 2.7	Hubungan antara umur beton dan kuat tekan beton .....	18
Gambar 2.8	Perkembangan kekuatan tekan mortar untuk berbagai tipe portland semen .....	19
Gambar 2.9	Pengaruh jumlah semen terhadap kuat tekan beton pada faktor air semen sama .....	19
Gambar 2.10	Pengaruh jenis agregat terhadap kuat tekan beton .....	20
Gambar 2.11	Diagram alir pemanfaatan tebu .....	37
Gambar 3.1	Diagram alir pembuatan beton normal dan beton dengan tambahan tetes tebu ( <i>molase</i> ) .....	40
Gambar 3.2	Uji tekan beton .....	55
Gambar 3.3	Uji <i>split cylinder</i> .....	57
Gambar 3.4	Alat vicat dan cetakan benda uji .....	59
Gambar 4.1	Grafik pengujian waktu ikat semen campuran pasta semen dengan tambahan tetes tebu ( <i>molase</i> ) .....	62
Gambar 4.2	Grafik nilai slump terhadap variasi penambahan tetes tebu ...	64

Gambar 4.3	Grafik kuat tekan silinder terhadap persentase penambahan tetes tebu .....	66
Gambar 4.4	Pola retak <i>cone and split</i> pada pengujian kuat tekan silinder beton dalam penelitian .....	67
Gambar 4.5	Pola retak yang mungkin terjadi pada silinder beton .....	67
Gambar 4.6	Grafik kuat tarik belah silinder terhadap persentase Penambahan tetes tebu .....	71

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Distribusi pengujian benda uji silinder .....	5
Tabel 2.1 Perkiraan kuat tekan beton pada berbagai umur .....	18
Tabel 2.2 Komposisi senyawa utama semen portland .....	25
Tabel 2.3 Komposisi senyawa umum semen portland .....	25
Tabel 2.4 Batasan gradasi untuk agregat halus .....	27
Tabel 2.5 Susunan besar butiran agregat kasar .....	29
Tabel 2.6 Komposisi kimia tetes tebu .....	38
Tabel 3.1 Komposisi bahan untuk setiap variasi .....	54
Tabel 4.1 Pengujian waktu ikat semen campuran pasta semen dengan Penambahan <i>molase</i> 0%, 0,25%, 0,5%, 0,75%, 1% terhadap volume semen .....	61
Tabel 4.2 Waktu ikat awal dan waktu ikat akhir campuran pasta semen dengan tambahan tetes tebu .....	63
Tabel 4.3 Nilai slump berbagai jenis beton .....	63
Tabel 4.4 Kuat tekan beton dengan bahan tambah tetes tebu ( <i>molase</i> ) .....	65
Tabel 4.5 Kuat tarik belah beton dengan tambahan tetes tebu ( <i>molase</i> ) pada umur 14 hari .....	69
Tabel 4.6 Kuat tarik belah beton dengan tambahn tetes tebu ( <i>molase</i> ) pada umur 28 hari .....	70

## DAFTAR NOTASI

- SSD : saturated surface dry
- n : jumlah sampel
- $f'_c$  : kuat tekan beton karakteristik (MPa)
- $f_c'$  : kekuatan tekan ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )
- P : beban tekan (kg)
- A : luas penampang ( $\text{cm}^2$ )
- S : deviasi standar ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )
- $\sigma'_b$  : kekuatan masing – masing benda uji (MPa)
- $\sigma'_{bm}$  : kekuatan beton rata –rata (MPa)
- N : jumlah total benda uji hasil pemeriksaan
- Fct : tegangan rekah beton ( $\text{kg}/\text{cm}$ )
- P : beban maksimum (kg)
- L : panjang sampel (cm)
- D : diameter (cm)
- F : beban yang diberikan (kg)

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran I Concrete Mix Design

Lampiran II Pemeriksaan Bahan

Lampiran III Data Pengujian

Lampiran IV Dokumentasi