

ANALISIS KUAT TEKAN BETON DENGAN BAHAN TAMBAH TETES TEBU (MOLASSE) DAN KAPUR ALAM

Ahmad Fauzan ¹⁾, Ajeng Ambarwati ^{1*)}, Anik Kustrini ¹⁾, Bambang Purnijanto ¹⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Sipil Universitas Semarang

Jl. Soekarno Hatta, RT.7/RW.7, Tlogosari Kulon. Pedurungan. Kota Semarang, Jawa Tengah 50196

*E-mail: ajengambarwati07@gmail.com

ABSTRAK

Beton adalah massa seperti batu yang dibuat dengan menggabungkan pasir, kerikil, batu pecah, atau agregat lainnya dengan pasta yang terbuat dari semen dan air. Karena mengandung sukrosa 32%, glukosa 14%, dan fruktosa 16%, ampas tetes tebu berpotensi untuk ditambahkan ke dalam campuran beton. Batu kapur, juga dikenal sebagai kapur alam, adalah batuan sedimen yang terbentuk ketika organisme laut mati dan mengubah kalsium karbonat (CaCO_3). Batu kapur juga dikenal sebagai batu gamping. Tujuan penelitian ini adalah untuk menyelidiki kemungkinan penggunaan kapur alam dan molase sebagai aditif dalam campuran beton. Pengujian material, desain campuran, pembuatan spesimen, pemeliharaan spesimen, pengujian spesimen, dan analisis data merupakan tahapan dari penelitian ini. Pada penelitian ini mengacu pada SNI 03-2834-2000 (BSN 2000) tentang proses rencana pembuatan campuran beton normal, berdasarkan acuan tersebut maka penelitian ini memiliki kuat tekan desain 33,2 MPa digunakan untuk membuat benda uji. Benda uji yang berbentuk silinder dan memiliki tinggi 300 mm dan diameter 150 mm. Sampel beton tersedia dalam tiga konsentrasi berbeda: 0,075% molasse dan 26% kapur alami, 0,15% molasse dan 21% kapur alami, dan tidak ada sama sekali. Penelitian tentang kuat tekan beton umur 28 hari ditemukan bahwa beton dengan variasi 0% molasse dan 0% kapur alam menghasilkan 31,52 Mpa, variasi 0,075% molasse dan 26% kapur alam menghasilkan 37, 83 Mpa, variasi 0, 15% molasse dan 21% kapur alam menghasilkan 18,30 Mpa. Pada variasi penambahan 0,075% molasse dan 26% kapur alam dikatakan berhasil karena telah melewati hasil yang telah direncanakan.

Kata kunci: Beton, tetes tebu, kapur alam.

PENDAHULUAN

Beton adalah massa seperti batu yang dibuat dengan menggabungkan pasir, kerikil, batu pecah, atau agregat lainnya menggunakan pasta semen dan air. Beton dengan sifat – sifat tertentu seperti dapat dikerjakan, tahan lama, dan *setting time* dapat diperoleh dengan menambahkan satu atau lebih bahan tambahan. Beton hanya dibuat dengan mengeraskan campuran semen, air, agregat halus (pasir), dan agregat kasar (kerikil batu pecah) bersama - sama. Untuk meningkatkan kualitas beton, campuran – campuran bahan tambahan dapat ditambahkan dari waktu ke waktu.

Tetes tebu yang juga dikenal sebagai *molasse* merupakan salah satu produk limbah dari pabrik gula. *Molasse* adalah produk gula yang mengkristal berulang kali hingga tidak bias lagi diolah menjadi gula. Karena mengandung sukrosa 32%, glukosa 14%, dan fruktosa 16%, ampas tetes tebu berpotensi untuk ditambahkan ke dalam campuran beton.

Batu kapur, juga batuan sedimen, disebut juga batu gamping terbentuk ketika organisme laut mengubah kalsium karbonat (CaCO_3). Menjadi karbondioksida. Dekomposisi organik unsur karbonat pada organis melaut seperti tiram dan kerang menjadi komponen Pasir karbonat atau lumpur

karbonat dibentuk oleh yang lebih kecil oleh foraminifera dan mikro organisme mikroskopis lainnya, yang akan terus mengendap dan mengeras menjadi pegunungan kapur alami. Tergantung pada mineral pengotornya, kapur bisa berwarna putih, putih kekuningan, abu-abu, atau hitam.

Sebelum penelitian ini dilakukan penulis telah melihat referensi dari beberapa penelitian yang berkaitan dengan pembuatan beton dengan bahan tetes tebu dan juga kapur alam, pada penelitian terdahulu hanya menggunakan salah satu bahan antara tetes tebu atau kapur alam kemudian ditambah dengan bahan lain, sebagai contoh dapat dilihat dari penelitian yang dilakukan oleh Santoso dan Agus pada tahun 2012 melakukan penelitian dengan judul Pemanfaatan Limbah Tetes Tebu Sebagai Alternatif Pengganti *Set-Retarder* dan *Water Reducer* Untuk Bahan Tambah Beton. Dari penelitian tersebut didapat hasil kuat tekan beton rerata pada penambahan variasi tetes tebu 0%, 20%, dan 80% berturut-turut sebesar 20,43 MPa; 28,59 MPa; dan 20,43 MPa.

Penelitian berikutnya yang mendasari penelitian penulis adalah penelitian yang dilakukan oleh Permatasari, Sylvina, Septyanto Kurniawan yang berjudul Analisis Kuat Tekan Beton Mutu K-250 Terhadap Pengaruh Penambahan Batu Kapur dari Desa Cantung Kecamatan Hampang Kabupaten Kotabaru. Dari penelitian tersebut menghasilkan kuat tekan beton pada umur 28 hari dengan variasi 0%, 5%, dan 10% secara berturut-turut yaitu 213,93 kg/cm²; 182,81 kg/cm², dan 225,48 kg/cm².

Dari penelitian tersebut yang membuat penulis menjadikan tetes tebu dan kapur alam sebagai bahan tambah dalam pembuatan beton.

Sumber data diuraikan dalam dua bagian, data primer berisi hasil penelitiannya langsung dan beberapa data dari berbagai sumber. Data sekunder berisi dokumen selama penelitian yang dilakukan di Laboratorium PT. Satwiga Mustika Naga, yang berlangsung selama kurang lebih 1 bulan. Penelitian ini tergolong deskriptif kuantitatif, penelitian ini menghasilkan analisis kekuatan tekan beton ketika dicampurkan dengan *molasse* dan kapur alam, mengetahui seberapa besar pengaruh tetes tebu dan kapur alam terhadap pencampuran bahan beton dengan mutu $f'c$ 33,2 MPa.

Kapur alam yang digunakan berasal dari batuan kapur hasil penambangan dari pegunungan dimasukkan dalam tungku pembakaran pada suhu \pm 900 - 1500°C yang dibakar selama 3 hari. Kapur hasil pembakaran kemudian disiram dengan air saat kondisi panas sehingga berbentuk serbuk, kapur yang berbentuk serbuk inilah yang digunakan sebagai campuran bahan.

Tetes tebu (*Molasse*) merupakan salah satu produk hasil pengolahan gula tebu yang masih mengandung gula dan juga asam organik. Tetes tebu diperoleh dari hasil penggilingan tebu yang berulang yang menghasilkan nira mentah yang berbentuk kental, selanjutnya nira mentah tersebut akan memasuki proses memasak agar berubah menjadi kristal gula. Setelah berubah menjadi kristal gula, selanjutnya memasuki proses pendinginan yaitu dengan dimasukkan ke alat pemusing dan setelahnya akan disaring sehingga gula mentah dan tetes tebu menjadi terpisah. Tetes berupa cairan kental hitam pekat yang sudah tidak bisa di proses menjadi gula, cairan inilah yang digunakan sebagai bahan tambah dalam pembuatan campuran beton.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Material

Rekapitulasi hasil pengujian material dapat dilihat pada tabel berikut:

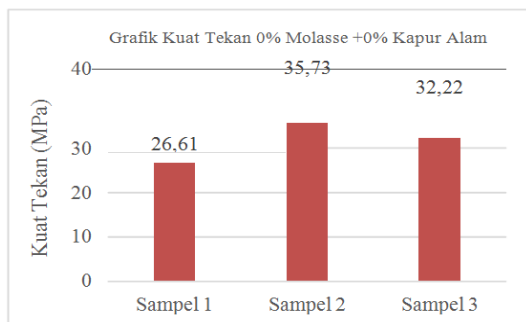
Tabel 1.
Rekapitulasi hasil pengujian

Uraian	Agregat Halus	Agregat Kasar
	Ex. Muntilan	Ex. Rafindo Pati
Berat Isi Padat	8	1554
Berat Isi Gembur	3	1423
Berat Jenis (SSD)	2,613	2,718
Penyerapan (ABS)	2,31%	1,85%
Kadar Lempur	6,40%	-
Fine Modulus (FM)	2,47	-

Kuat Tekan Beton

Dalam penelitian ini pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 28 hari. Pengujian ini mengacu pada SNI 03-1974-1990 (BSN 1990) tentang Metode Pengujian Kuat Tekan Beton. Rekapitulasi hasil pengujian dapat dilihat berikut ini:

Pengujian Kuat Tekan Beton 0% Tetes Tebu (*Molasse*) dan 0% Kapur Alam

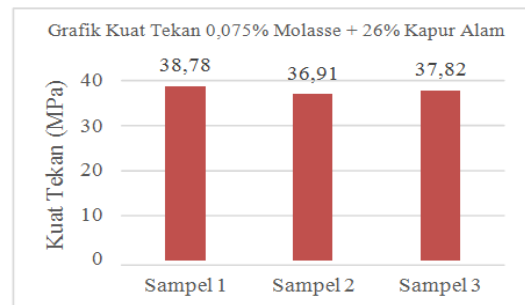


Gambar 1. Hasil Kuat Tekan 0% *Molasse* dan 0% Kapur Alam

Dari gambar di atas menunjukkan bahwa sampel pertama menghasilkan kuat tekan 26,61 MPa, sampel kedua menghasilkan kuat tekan 35,73 MPa, sampel ketiga menghasilkan kuat tekan 32,22 MPa, dari setiap pengujian sampel

memiliki nilai kuat tekan dengan perbedaan yang begitu jauh antara sampel satu dengan sampel yang berbeda. Hal ini dikarenakan faktor konsistensi dalam pembuatan beton faktor kekuatan tumbukan dan penggetaran dalam pemadatan beton yang tidak sama antara silinder satu dengan yang lainnya, dari ketiga sampel yang dapat mencapai mutu $f'_{c33,2}$ hanya pada sampel kedua yaitu sebesar 35,73 Mpa.

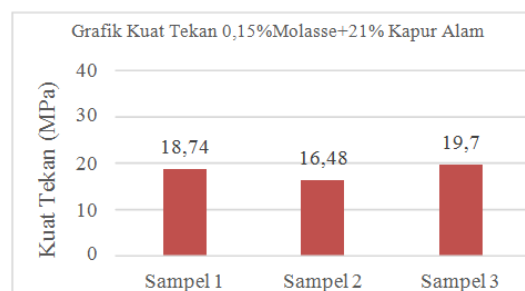
Pengujian Kuat Tekan Beton 0,075% Tetes Tebu (*Molasse*) dan 26% Kapur Alam



Gambar 2. Hasil Kuat Tekan 0,075% *Molasse* dan 26% Kapur Alam

Dari gambar di atas menunjukkan bahwa sampel pertama menghasilkan kuat tekan 38,78 MPa, sampel kedua menghasilkan kuat tekan 36,91 MPa, sampel ketiga menghasilkan kuat tekan 37,82 MPa, dari ketiga sampel tersebut semuanya mencapai mutu yang telah direncanakan yaitu $f'_{c33,2}$.

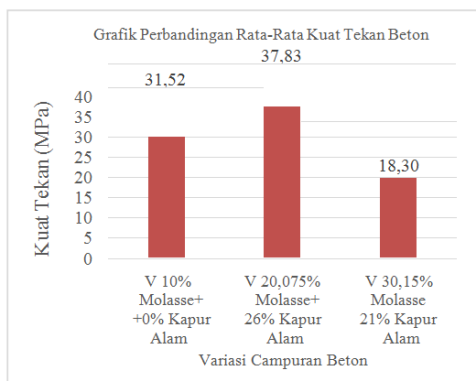
Pengujian Kuat Tekan Beton 0,15% Tetes Tebu (*Molasse*) dan 21% Kapur Alam



Gambar 3. Hasil Kuat Tekan 0,15% *Molasse* dan 21% Kapur Alam

Dari gambar di atas menunjukkan bahwa sampel pertama menghasilkan kuat tekan 18,74 MPa, sampel kedua menghasilkan kuat tekan 16,48 MPa, sampel ketiga menghasilkan kuat tekan 19,70 MPa, dari ketiga sampel tersebut semuanya tidak mencapai mutu yang telah direncanakan yaitu $f'c33,2$. Hal ini disebabkan oleh campuran tetes tebu yang melebihi pada batas maksimal takaran zat aditif yang hanya 0,12%.

Perbandingan Rata - Rata Kuat Tekan Beton



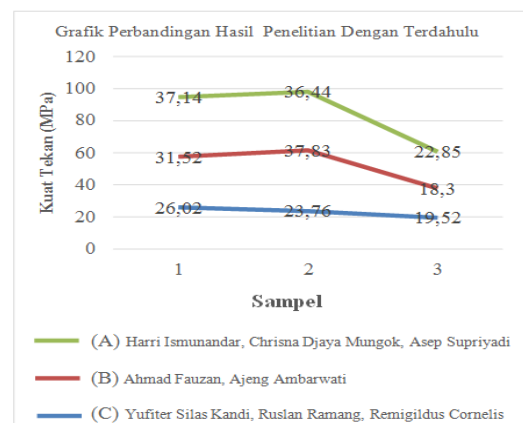
Gambar 4. Hasil Perbandingan Rata - Rata Kuat Tekan Beton

Dari gambar di atas menunjukkan Pengujian beton dengan variasi 0% tetes tebu (*molasse*) dan 0% kapur alam menghasilkan uji beton dengan kuat tekan rata - rata 31,52 MPa variasi 0,075% tetes tebu (*molasse*) dan 26% kapur alam menghasilkan pengujian beton dengan kuat tekan rata - rata 37,83 MPa, variasi 0,15% tetes tebu (*molasse*) dan 21% kapur alam menghasilkan 18,30 MPa, yang merupakan kuat tekan rata - rata terbesar terdapat pada penambahan 0,075% tetes tebu (*molasse*) dan 21% kapur alam yaitu sebesar 37,83 MPa mengalami peningkatan dari kuat tekan rata-rata beton variasi pertama sebesar 16,67%, Kuat tekan rata - rata terkecil terdapat pada penambahan 0,15% tetes tebu (*molasse*) dan 26% kapur alam yaitu sebesar 18,30 MPa mengalami

penurunan dari kuat tekan rata – rata beton variasi pertama sebesar 41,94. Dapat disimpulkan dari penelitian tersebut yang mencapai $f'c 33,2$ hanya pada pengujian beton variasi kedua dengan 0,075% tetes tebu (*molasse*) dan 26% kapur alam yaitu sebesar 37,83 MPa.

Perbandingan Rata – Rata Kuat Tekan Beton Dengan Peneliti Terdahulu

Sebagai pembanding dari penelitian sebelumnya yang memiliki nilai kuat tekan tertinggi yaitu dari Yufiter Silas Kandi, Ruslan Ramang, Remigildus Cornelis pada tahun 2012 dengan judul Substitusi Agregat Halus Beton Menggunakan Kapur Alam dan Menggunakan Pasir Laut Pada Campuran Beton (Studi Analisis Bahan Kapur Alam dan Pasir Laut Dari Kabupaten Sumba Barat Daya Provinsi Nusa Tenggara Timur) menghasilkan kekuatan tekan sebesar 23,76 MPa serta dari Harri Ismunandar, Chrisna Djaya Mungok, Asep Supriyadi tahun 2016 dengan judul Pemanfaatan Tetes Tebu Sebagai Bahan Tambah Dalam Campuran Beton menghasilkan kuat tekan sebesar 40,28 MPa. Berikut merupakan grafik pembanding dari penelitian sebelumnya dengan penelitian yang telah dilakukan.



Gambar 5. Hasil Perbandingan Kuat Tekan Beton Dengan Penelitian Sebelumnya

Keterangan:

- A. Harri Ismunandar, Chrisna Djaya Mungok, Asep Supriyadi Sampel 1 : 0,05% Tetes Tebu, Sampel 2 : 0,4% Tetes Tebu, Sampel 3 : 1% Tetes Tebu
- B. Ahmad Fauzan, Ajeng Ambarwati Sampel 1 : 0% Tetes Tebu dan 0% Kapur Alam, Sampel 2 : 0,075% Tetes Tebu dan 26% Kapur Alam, Sampel 3 : 0,15% Tetes Tebu dan 21% Kapur Alam
- C. Yufiter Silas Kandi, Ruslan Ramang, Remigildus Cornelis Sampel 1 : 0% Kapur Alam, Sampel 2 : 25% Kapur Alam, Sampel 3 : 100% Kapur Alam

Dari grafik menunjukkan bahwa:

- A. Penelitian yang dilakukan oleh Harri Ismunandar, Chrisna Djaya Mungok, Asep Supriyadi pada beton umur 28 hari menunjukkan bahwa sampel 1 dengan campuran bahan tambah 0,05% tetes tebu didapat hasil kuat tekan sebesar 37,14 MPa, sampel 2 dengan campuran bahan tambah 0,4% tetes tebu didapat hasil kuat tekan sebesar 36,44 MPa, sampel 3 dengan campuran bahan tambah 1% Tetes tebu memiliki kekuatan tekan 22,85 MPa. Sebagai bahan dasar campuran beton, tetes tebu dengan perbandingan 0,05% dan 0,4 persendapat digunakan untuk menambah tekanan. Karena terlalu banyak tetes tebu yang ditambahkan, kekuatan tekan beton menurun, yang dapat berdampak negatif pada kualitas beton.
- B. Penelitian yang dilakukan oleh Ahmad Fauzan dan Ajeng Ambarwati pada beton umur 28 hari menunjukkan bahwa sampel 1 dengan campuran bahan tambah 0% tetes tebu dan 0% kapur alam

didapat hasil kuat tekan sebesar 31,52 MPa, sampel 2 dengan campuran bahan tambah 0,075% tetes tebu dan 26% kapur alam didapat hasil kuat tekan sebesar 37,83 Mpa, sampel 3 dengan campuran bahan tambah 0,15% tetes tebu dan 21% kapur alam didapat hasil kuat tekan sebesar 18,30 MPa. Penggunaan tetes tebu 0,075% dan 26% kapur alam sebagai tambahan campuran beton menghasilkan kuat tekan sebesar 37,83 MPa pada umur beton 28 hari yang dimana nilai kuat tekan tersebut melebihi dari kuat tekan yang direncanakan sebesar 33,2 MPa pada umur beton 28 hari. Penggunaan 0,15% tetes tebu dan 21% kapur alam sebagai bahan tambah campuran beton mengalami penurunan pada kuat tekan beton umur 28 hari, hal ini disebabkan oleh campuran tetes tebu yang berlebihan sehingga dapat menurunkan mutu beton.

- C. Penelitian yang dilakukan oleh Yufiter Silas Kandi, Ruslan Ramang, Remigildus Cornelis pada beton umur 28 hari menunjukkan bahwa sampel 1 dengan campuran bahan tambah 0% kapur alam didapat hasil kuat tekan 26,02 MPa, sampel 2 memiliki kuat tekan 23,76 MPa dengan penambahan kapur alam 25 persen, dan sampel 3 memiliki kuat tekan 19,52 MPa dengan penambahan kapur alam 100 persen. Ketika pasir laut digunakan dalam beton, ia memiliki kekuatan lebih dari beton biasa. Kekuatan yang dihasilkan dengan penggantian material sebesar 100% kapur alam sangat mempengaruhi mutu beton, sehingga mengalami penurunan kekuatan, dan beton yang

dihasilkan tidak mencapai kekuatan desain dalam hal kekuatan tekannya.

PENUTUP

Simpulan

Berikut adalah kesimpulan yang disimpulkan dari analisis penelitian yang telah dibahas:

1. Pada umur 28 hari, campuran percobaan beton tanpa molase dan kapur alam memiliki kuat tekan rata - rata 31,52 MPa.
2. Pada umur 28 hari, *trial mix* beton dengan molase 0,075% dan kapur alam 26% memiliki kuat tekan rata - rata 37,83 MPa.
3. Pada umur 28 hari, beton *trial mix* dengan molase 0,15% dan kapur alam 21% memiliki kuat tekan rata - rata 18,30 MPa.
4. Variasi pengujian kedua dengan menggunakan bahan tambah tetes tebu (*molasse*) sebesar 0,075% atau dengan realisasi penuangan sebanyak 10 ml tidak mempengaruhi pada waktu pengerasan beton, dan penambahan kapur alam sebanyak 26% atau dengan realisasi penambahan sebanyak 5,365 kg dapat menambah kuat tekan sebesar 16,67% dari kuat tekan pengujian pertama.
5. Variasi pengujian ketiga dengan menggunakan bahan tambah tetes tebu (*molasse*) sebesar 0,15% atau dengan realisasi penuangan sebanyak 20 ml mempengaruhi waktu pengerasan beton dengan waktu pengerasan lebih dari 12 jam dan dengan penambahan kapur alam sebanyak 21% atau dengan realisasi penambahan sebanyak 4,35 kg dapat mempengaruhi kuat

tekan yang mengakibatkan penurunan sebesar 41,94% dari kuat tekan pengujian pertama.

6. Dengan penambahan tetes tebu (*molasse*) sebanyak 0,15% pada variasi pengujian ketiga mengakibatkan beton mengalami waktu pengerasan lebih lama karena lebih dari 12 jam, hal ini terjadi karena pemakaian tetes tebu (*molasse*) melebihi batas pemakaian zat aditif yang seharusnya maksimal pemakaian hanya sebesar 0,12%.
7. Variasi pengujian kedua dikatakan berhasil karena mencapai pada Kuat tekan yang diantisipasi adalah K-400, atau $f'c$ 33,2 MPa.
8. Penambahan tetes tebu pada beton sangat berpengaruh terhadap waktu pengeringan beton, sehingga tetes tebu dapat dijadikan bahan tambah pada beton. Namun persentasi penambahan tetes tebu tidak lebih dari 0,15% karena akan mengurangi kualitas pada beton, batas maksimal tetes tebu dapat digunakan adalah sebesar 0,12%.
9. Kapur alam dapat digunakan sebagai bahan campuran pada semen, tidak hanya dapat digunakan sebagai bahan campuran beton saja, namun dapat digunakan dalam campuran semen untuk keperluan lain, karena kapur alam dapat berfungsi seperti semen, namun tidak cocok digunakan sebagai bahan pengganti semen karena daya ikat pada kapur alam tidak sama halnya dengan semen.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Universitas Semarang yang terus mensupport dan mendorong agar

penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.

2. Laboratorium PT. Satwiga Mustika Naga telah mengizinkan, memfasilitasi, membimbing membantu pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2011. *SNI 1974-2011 Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder yang Dicitak*. Badan Standarisasi Nasional.
- Arifin, Zainal, Darminto, dkk. 2010. *Identifikasi dan Karakterisasi Batu Kapur (CaCO₃) Kemurnian Tinggi Sebagai Potensi Unggulan di Kabupaten Tuban*. Jurusan Fisika, MIPA. Surabaya: Insitut Teknologi Surabaya.
- Asroni, Ali. 2010. *Balok dan Pelat Beton Bertulang*. Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu.
- Fathmaulida, A. 2013. *Faktor-Faktor Yang Merusak Fungsi Paru-Paru Pekerja Pengolah Batu Kapur Di Desa Tamansari Kabupaten Karawang*. Skripsi. Jakarta: Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, Program Studi Kesehatan Masyarakat.
- Ismunandar, Harri, Chrisna Djaya Mungok, dan Asep Supriyadi. 2016. *Pemanfaatan Tetes Tebu sebagai Bahan Tambah dalam Campuran Beton*. Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik. Pontianak: Universitas Tanjungpura
- Kandi, Yufiter Silas, dkk. 2012. *Subtitusi Agregat Halus Beton Menggunakan Kapur Alam dan Menggunakan Pasir Laut Pada Campuran Beton (Studi Analisis Bahan Kapur Alam dan Pasir Laut Dari Kabupaten Sumba Barat Daya Provinsi Nusa Tenggara Timur)*. Jurnal Teknik Sipil Vol.1 No.4. September 2012. Teknik Sipil FST. Kupang: Universitas Nusa Cendana.
- Keliat, R.S. 2015. *Penggabungan Nanopartikel Batugamping Menjadi Sifat Mekanik Dan Ketahanan Termal Komposit Polietilen Densitas Tinggi*. Tesis. Medan: Universitas Sumatera Utara, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
- McCormac, Jack C. 2004. *Desain Beton Bertulang Edisi Kelima*. Jakarta: Erlangga.
- Mulyono, Tri. 2006. *Kapur Sebagai Bahan Tambah Untuk Beton Normal*. Jurusan Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Jakarta: Universitas Negeri Jakarta
- Olbrich, H. 2006. *The Molasses, Bio Technology*. Essex
- 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. Vol VIII. No 2. Halaman: 166-168. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta
- Yulaekah, Siti. 2007. *Paparan Debu Terhirup Dan Gangguan Fungsi Paru Pada Pekerja Industri Batu Kapur (Studi Di Desa Mrisi Kecamatan Tanggunharjo Kabupaten Grobogan)*. Thesis. Program Pascasarjana. Semarang: Universitas Diponegoro.