

HASIL BUANG PABRIK GULA DALAM DUNIA REKAYASA TEKNIK SIPIL

Marwahyudi

Prodi Desain Interior, Fakultas Seni dan Desain, Universitas Sahid Surakarta.
Jl. Adi Sucipto No 154, Surakarta Telp: 0271-743494 Faks: 0271-742047
Email: yudhie_dsg@yahoo.co.id

Abstrak

Hasil buang pabrik gula di Tasikmadu jumlahnya sangat melimpah. Hasil buang tersebut berwujud: padat, cair dan gas. Hasil buang yang berujud padat diletakkan pada daerah penampungan dengan volume yang cukup banyak. Dari hal tersebut peneliti mencoba untuk membantu mengurangi timbunan hasil buang pabrik gula, dengan cara memanfaatkan hasil buang pabrik gula di dunia rekayasa teknik sipil. Adapun pemanfaatannya adalah sebagai berikut: tetes tebu digunakan untuk bahan tambah beton dan blotong untuk bahan tambah batu bata. 1) Proses penelitian kuat tekan beton, yaitu dengan membuat dua kelompok benda uji dan keduanya dibandingkan. Kedua kelompok benda uji diukur kekuatannya dengan alat compression test machine kemudian hasil keduanya dibandingkan. Hasil dari pengujian untuk kuat tekan beton dengan bahan tambah tetes tebu mencapai 110,5 kg/cm² dan Beton biasa hanya 88,45 kg/cm². Sedangkan untuk uji belah beton dengan bahan tambah tetes tebu mencapai 33,71 kg/cm² dan Beton biasa hanya 15,63 kg/cm². 2). Blotong memungkinkan dimanfaatkan untuk bahan tambah pembuatan batu bata. Batu bata dibuat dua kelompok dan ditimbang beratnya. Blotong sebagai bahan tambah dalam pembuatan batu bata menghasilkan batu bata seperti biasa dan hampir tidak ada perbedaannya. Kemudian batu bata ditimbang dan menghasilkan batu bata dengan bahan tambah blotong lebih ringan dibandingkan dengan batu bata biasa.

Kata kunci: tetes tebu, blotong, beton, batu bata, kekuatan.

Pendahuluan

Hasil buang yang sering disebut limbah pada pabrik gula Tasikmadu sangat melimpah dan berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan tambah dalam dunia rekayasa teknik sipil. Hasil buang yang dihasilkan oleh pabrik gula adalah padat, cair dan gas. Pada hasil buang padat ialah: abu terbang, blotong, ampas tebu, abu hasil pembakaran. Hasil buang cair ialah: tetes tebu. Hasil buang gas ialah bau yang menyengat pada hasil buang abu ketel. Masyarakat sudah memanfaatkan hasil buang pabrik tebu pada bidang pertanian yaitu: tetes tebu dipergunakan pupuk pertanian, blotong dipergunakan pupuk pertanian, bahan bakar pengganti kayu bakar dan tanah timbunan. Pemanfaatan pada rekayasa teknik sipil oleh warga, meskipun sedikit warga ada yang melaksanakannya.

Adapun yang dilaksanakan oleh warga adalah: memanfaatkan blotong untuk bahan tambah pembuatan batu bata. Ada sebagian kecil juga warga yang memanfaatkan tetes tebu atau (*molasses*) untuk tambahan dalam membuat beton. Asumsi peneliti sebagian warga yang menggunakan tetes tebu untuk campuran beton adalah terinspirasi cerita pembangunan gedung jaman Belanda banyak yang menggunakan bahan tambah tetes tebu dan juga meniru pembuatan beton dari tukang terdahulu. Hal ini sangat memungkinkan mengingat salah satu sifat fisik dari tetes tebu yang lekat dan diasumsikan dapat meningkatkan daya lekat antar penyusun beton.

Mengingat warga dalam memanfaatkan hasil buang pada dunia rekayasa teknik sipil berdasarkan cara pendahulunya, maka peneliti bermaksud menguji secara ilmiah agar hasilnya lebih menyakinkan masyarakat. Hal ini sejalan dengan para peneliti yang sudah meneliti tentang tetes tebu. Adapun penelitiannya, adalah sebagai berikut: 1) *Molasses* dapat digunakan sebagai bahan tambah campuran beton *asphalt*, Andhika Dwi Kurniawan (2006). 2) Pengaruh penambahan *molasses* pada semen dalam usaha peningkatan kualitas stabilitas pada tanah lempung, Andrianto N. Tony Noor W. Rizal Primadhanta (2006). 3) Pengaruh limbah cair tebu dan *super plasticizer* terhadap daya kerja dan kuat tekan beton rencana K-225, Ary Wahyu A. Yenny Tawathy. Tri joko sri. (2009). Oleh sebab itu, diperlukan kajian atau analisis tentang pemanfaatan hasil buang pabrik gula dalam pemanfaatan di dunia rekayasa teknik sipil.

Rumusan Masalah

Dari paparan diatas dapat diidentifikasi masalah yang ada, adalah sebagai berikut:

1. Pemanfaatan tetes tebu perlu di uji secara ilmiah agar lebih menyakinkan.
2. Pemanfaatan blotong pada pembuatan batu bata perlu dikaji.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan:

1. Mengetahui kuat tekan pada beton biasa.
2. Mengetahui kuat tekan beton dengan bahan tambah tetes tebu.
3. Mengetahui kemungkina blotong untuk bahan batu bata.

Peneliti merencanakan dalam pemembuatan benda uji beton disesuaikan dengan kebiasaan tukang dalam membuat beton untuk rumah tinggal. Mengenaiki faktor air semen dan perbandingan disesuaikan dengan kebiasaan tukang dalam membuat beton. Oleh sebab itu perbandingan yang digunakan dalam membuat beton adalah perbandingan volume yaitu: 1 semen : 2 pasir : 3 krikil. Sedangkan untuk faktor air semen disesuaikan kebiasaan tukang juga.

Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan bahan sebagai berikut:

- 1) Timbangan.
- 2) *Compression test machine*.
- 3) Tetes tebu.
- 4) Blotong.
- 5) Semen.
- 6) Pasir.
- 7) Kerikil.

Metode Penelitian

Pelaksanaan penelitian hasil buang pabrik tebu menggunakan metode eksperimen. Metode eksperimen tersebut memerlukan benda uji. Adapun benda uji yang kami buat adalah: 1) Benda uji beton dengan bahan tambah tetes tebu, 2) Benda uji beton tanpa bahan tambah tetes tebu. Kemudian dalam proses pembuatan benda uji harus sesuai dengan peraturan yang ada. Bentuk benda uji dan satuannya menurut standar SK SNI T – 15 -1991 – 03 (Departemen Pekerjaan Umum, 1991): Kuat tekan beton yang disyaratkan $f'c$ adalah kuat tekan beton yang ditetapkan oleh perencanaan struktur (benda uji berbentuk silinder berdiameter 150 mm dan tinggi 300 mm), dipakai dalam perencanaan struktur beton, dinyatakan dalam mega paskal (M.Pa). Kemudian apabila satuannya dirubah menjadi kg/cm^2 maka, hasil perhitungan kuat tekan dari mesin dikalikan 100 kemudian dibagi luas bidang desak pada benda uji, hasil perhitungan tersebut satuannya menjadi kg/cm^2 . Bila nantinya nilai $f'c$ dibawah tanda akar, maka hanya nilai numerik dalam tanda akar yang dipakai dan hasilnya tetap mempunyai satuan mega paskal (M.Pa).

Jika benda uji dimensinya tidak sama dengan aturan yang ditetapkan, maka masih tetap bisa digunakan. Hal ini sesuai dengan pendapat Kardiyono Tjokrodinulnyo tentang faktor koreksi perbandingan antara tinggi dengan diameter. Kardiyono, Tj (1996), apabila tinggi kurang dari dua kali diameter, maka perlu adanya factor koreksi. Adapun factor koreksi tersebut adalah pada tabel 1.

Tabel. 1: faktor koreksi kuat tekan silinder beton

| Perbandingan tinggi dan diameter | Faktor koreksi |
|----------------------------------|----------------|
| 2,00 | 1,00 |
| 1,75 | 0,99 |
| 1,50 | 0,97 |
| 1,25 | 0,94 |
| 1,00 | 0,91 |

Sumber: Kardiyono, Tj (1996)

Setelah bentuk benda uji sudah ditentukan, maka perbandingan campuran dalam pembuatan benda uji beton juga harus ditentukan. Perbandingan campuran beton yang dipergunakan adalah 1 semen : 2 pasir : 3 krikil. Hal ini berarti pembuatan benda uji beton dengan bahan tambah tetes tebu menggunakan campuran 1 semen : 2 pasir : 3 krikil dan. pembuatan benda uji beton biasa juga menggunakan campuran 1 semen : 2 pasir : 3 krikil.

Ali Asroni, Pada praktek dilapangan ada dua macam perbandingan campuran: 1) Perbandingan volume, 2) Perbandingan berat. Pada penelitian ini menggunakan campuranadukan beton dengan metode campuran perbandingan volume dan pencampuran secara manual. Kita ketahui bersama, Kebanyakan tukang dalam membuat beton sederhana merekamenggunakan perbandingan volume dan pencampuran manual. Oleh sebab itu peneliti menggunakan metode campuran volume dan pencampuran manual dalam pembuatan benda uji.

Selain itu dalam pembuatan benda uji penelitian ini juga harus memperhatikan faktor air semen dan tetes tebu. Mengingat faktor air semen adalah salah satu penentu besar kecilnya kuat tekan yang dihasilkan. Sedangkan tetes tebu adalah bahan tambah yang akan diteliti pengaruhnya pada kuat tekan beton yang dihasilkan. Tentang faktor air semen peneliti tetap berpedoman pada pelaksanaan harian tukang membuat beton sederhana di lapangan, maka untuk faktor air semen pada pembuatan benda uji tidak diperhatikan. Peneliti hanya menekankan kepada volume air yang digunakan pada kelompok benda uji I dan kelompok benda uji II harus sama. Sedangkan untuk penambahan tetes tebu adalah $200 cc/m^3$. Penambahan tetes tebu volume tetes tebu pada benda uji peneliti

berdasarkan pada penambahan zat aditif dilapangan rata-rata 200 cc/ m³. Sehingga peneliti mengambil dasar ini dalam penambahan tetes tebu pada benda uji. Setelah benda uji sudah dibuat dengan dua tipe, yaitu 1) Benda uji beton dengan bahan tambah tetes tebu, 2) Benda uji beton tanpa bahan tambah tetes tebu, maka dilakukan penghitungan kuat tekan beton berdasarkan umur yang ditentukan. Marwahyudi (2012) 1. Beton dengan bahan tambah tetes tebu kecepatan keringnya lebih lambat dibandingkan beton biasa, 2. Diasumsikan bahwa untuk acian dinding akan lebih baik dengan bahan tambah tetes tebu, mengingat proses pengeringannya agak lambat dibandingkan dengan semen biasa. Seperti pada tabel dibawah ini.

Tabel 2: Hasil Pengamatan Pancaindra.

| Pengamatan | Beton biasa | Beton + Tetes Tebu |
|--|--|--|
| Warna | Abu-Abu | Agak kekuningan |
| Ikatan awal (sebelum 28 hari) | Cepat | Lambat |
| Kuat tekan setelah 28 hari | Lambat | Masih bisa tumbuh tinggi |
| Kekerasan | 1 hari sudah keras | 1 hari belum keras |
| Cetakan | 1 hari bisa dibuka | 5-7 hari dibuka |
| C ₂ S dengan C ₃ S | Diasumsika C ₂ S < C ₃ S | Diasumsika C ₂ S > C ₃ S |
| Pertumbuhan kuat tekan | Tinggi pada 28 hari | Tinggi setelah 28 hari |

Sumber: Penelitian Pemanfaatan Limbah Pabrik Gula(2012)

Pendapat dari Antoni dan Nugraha (2009) Sejumlah kecil gula 0,03% sampai 0,15% dari berat semen umumnya memperlambat pengikatan semen dan penambahan sampai 0,25% berat semen pengikatan umumnya bertambah cepat. Kadar gula 0,25 % dapat mengakibatkan pengikatan yang cepat dan pengurangan kuat tekan 28 hari. Peneliti berasumsi bahwa gula mempunyai daya lekat dan tetes tebu juga mempunyai daya lekat. Dari sifat fisiknya ada kemungkinan tetes tebu juga bisa meningkatkan kuat tekannya. Peneliti menyimpulkan dalam menentukan waktu pengujian kuat tekan harus diperhatikan secara hati-hati.

Sesuai informasi dari beberapa tukang yang sudah melaksanakan tambahan tetes tebu pada pembuatan beton, bahwa beton dengan bahan tambah tetes tebu agak lama kering akan tetapi hasilnya lebih keras. Peneliti semakin terpacu untuk membuktikan bahwa beton dengan bahan tambah tetes tebu kuat tekannya semakin meningkat. Informasi dilapangan dijadikan peneliti untuk menentukan umur pengambilan kuat tekan beton. Berdasarkan gambaran diatas dan mengambil nilai tengah antara 28 sampai dengan 90. maka peneliti menentukan pengambilan kuat tekan pada umur 59 hari. Menurut PBI 1971 Apabila kuat tekan tidak ditentukan dengan percobaan-percobaan, maka untuk keperluan perhitungan-perhitungan kekuatan dan/atau pemeriksaan mutu beton pada berbagai umur terhadap beton yang berumur 28 hari, dapat diambil menurut tabel sebagai berikut:

Tabel. 3: Perbandingan Kuat Tekan Beton pada Berbagai Umur

| Umur Beton (hari) | 3 | 7 | 14 | 21 | 28 | 90 | 365 |
|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Semen Portland biasa | 0,40 | 0,65 | 0,88 | 0,95 | 1,00 | 1,20 | 1,35 |
| Semen Portland kuat awal yangtinggi | 0,55 | 0,75 | 0,90 | 0,95 | 1,00 | 1,15 | 1,20 |

Sumber: PBI 1971 N.I-2

Kemudian sesudah umur hari beton uji diambil kuat tekannya dengan alat *Compression Test Machine*. Hasil *Compression Test Machine* dihitung normalitas dan homogen dari data. PBI 1971 N. I – 2. (Departemen Pekerjaan Umum, 1979), data kuat tekan beton adalah menurut lengkung gauss atau berdistribusi normal,

Sudjana, (2003) uji normalitas dan homogen data adalah:

Uji Normalitas

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-1/2(x-\mu)^2} \quad (1)$$

Berdistribusi normal apabila hasilnya antara -1 sampai dengan 1 (-1 < x < 1)

Dengan :

- σ = Simpangan baku / standart deviasi
- μ = Rata-rata
- π = 3,1416
- e = 2,7183

Apabila dengan rumus diatas tidak dapat, maka dengan menggunakan metode grafis. Sebagai sumbu horizontal adalah data kurang dari dan sumbu vertical adalah data frekwensi dalam persen. Jika data tersebut

dihubungkan akan membentuk garis lurus atau mendekati garis lurus, maka dapat dianggap data tersebut berdistribusi normal.

Uji Homogen

Apabila nilai dari Mean, Median, Modus, sama atau mendekati sama, maka data tersebut dapat dikatakan Homogen. hasil dari keduanya dibandingkan antara beton dengan bahan tambah tetes tebu dengan beton tanpa bahan tambah tetes tebu. menggunakan rumus perhitungan.

Antoni dan Nugraha (2009)

Rumus perhitungan tegangan tarik tidak langsung

$$T = \frac{2P}{3.14 ld} \tag{2}$$

Rumus perhitungan kuat tekan beton

$$T = \frac{P}{A} \tag{3}$$

Dengan:

T = kuat tarik/tekan beton (MPa)

P = beban hancur (N)

l = panjang spesimen (mm)

d = diameter (mm)

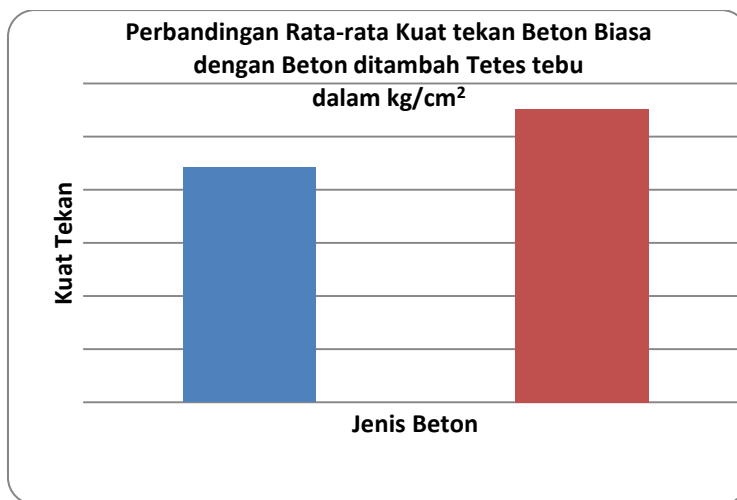
A = luas penampang (mm²)

Setelah hasil kuat tekan sudah didapatkan, peneliti mencoba membuat batu bata dari hasil buang pabrik tebu yaitu blotong. Pada proses pembuatan batu bata difokuskan pada hasil yang bersifat visual saja.

Hasil dan Pembahasan

Kuat Tekan Beton

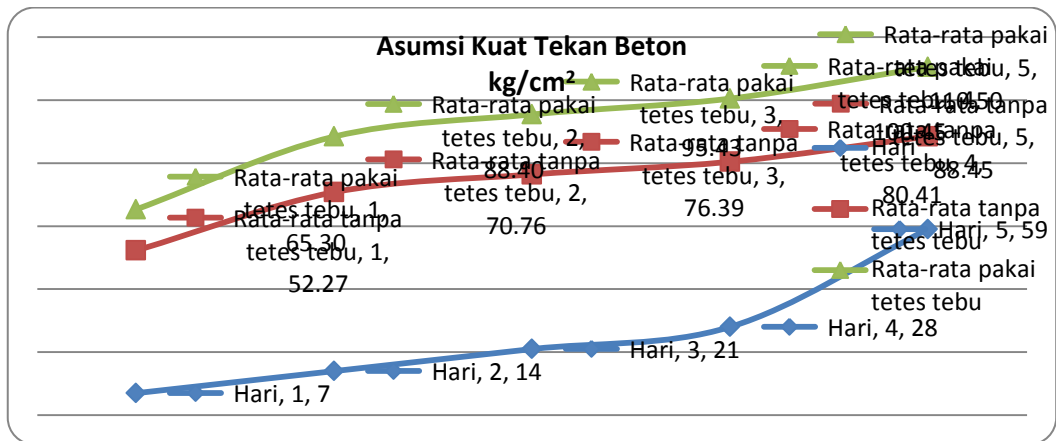
Setelah mendapatkan nilai uji kuat tekan dengan alat *Compression Test Machine*. Kemudian data tersebut dihitung yang memenuhi syarat dihitung rata-rata kuat tekannya. Hasil rata-rata kuat tekan seperti pada gambar sebagai berikut.



Gambar 1: Kuat Tekan Beton Umur 59 Hari.

Tabel. 4: Asumsi Rata-rata Kuat Tekan Beton

| Umur (hari) | Asumsi Rata-rata Kuat Tekan Beton Biasa | Asumsi Rata-rata Kuat Tekan Beton + Tetes Tebu |
|-------------|---|--|
| 7 | 52,27 | 60,30 |
| 14 | 70,76 | 88,40 |
| 21 | 76,39 | 95,43 |
| 28 | 80,41 | 100,45 |
| 59 | 88,45 | 110,50 |



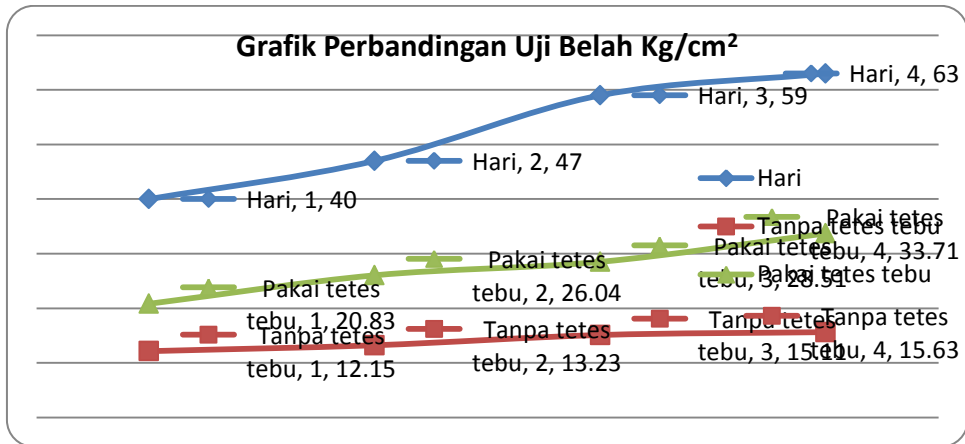
Gambar 2: Grafik Asumsi Kuat Tekan Beton.



Gambar. 3: Hasil benda uji dengan bahan tambah tetes tebu.



Gambar. 4: Proses Pengambilan data Kuat Tekan.



Gambar. 5: Hasil Uji Belah.

Batu Bata

Hasil buang blotong sekarang bersifat padat dan kering. Kalau beberapa tahun yang lalu blotong bersifat seperti lumpur dan baunya sangat menyengat. Berdasarkan hal tersebut maka blotong memungkinkan untuk dibuat batu bata. Batu bata hasil buang limbah ini bentuk dan beratnya tidak berbeda jauh. Sehingga memungkinkan untuk diproduksi masal.



Gambar. 6: Hasil Buang Blotong.



Gambar. 7: Batu Bata dengan Bahan Tambah Blotong.

Kesimpulan

1. Kuat tekan beton dengan bahan tambah tetes tebu akan meningkat pesat setelah umur 28 hari keatas.
2. Beton dengan bahan tambah tetes tebu pada umur 59 hari mampu meningkatkan kuat tekan.
3. Beton dengan bahan tambah tetes tebu pada umur 59 hari lebih kuat dari pada beton biasa.
4. Kuat tekan beton dengan bahan tambah tetes tebu 110,5 kg/cm² dan beton biasa 88,45 kg/cm².
5. Uji belah beton dengan bahan tambah tetes tebu mencapai 33,71 kg/cm² dan Beton biasa hanya 15,63 kg/cm².
6. Pemanfaatan tetes tebu pada bangunan masih perlu pendampingan.
7. Konsentrasi tetes tebu yang digunakan masih perlu dirumuskan sehingga dapat mudah dilaksanakan oleh pekerja bangunan.
8. Blotong mampu sebagai bahan tambah batu bata.
9. Hasilnya secara visual sama dengan batu biasa.

Peneliti menyarankan untuk masyarakat harus hati-hati dalam pemakaian tetes tebu untuk bangunan. Hal ini dikarenakan jika terlalu banyak tetes tebu hasilnya juga kurang baik bahkan proses pengeringannya terlalu lama. Jika terlalu sedikit hasilnya sama dengan beton biasa.

Pada blotong sebagai bahan tambah pembuatan bata bata hasilnya secara visual sudah memuaskan. Berat yang dihasilkan perbedaanya sedikit. Peneliti akan melanjutkan pada penyelidikan secara laboratorium, agar bata yang dihasilkan sesuai dengan standar yang ada atau minimal sama dengan mutu batu bata yang ada dilapangan.

Peneliti berharap topik penelitian ini masih perlu diperdalam lagi. Karena masih banyak ilmu yang belum diketahui tentang hasil buang pabrik gula, terkhusus pada tetes tebu. Peneliti masih mempunyai obsesi tentang pemanfaatan tetes tebu pada dunia konstruksi atau teknik sipil.

Ucapan Terima Kasih

1. Koordinator Perguruan Tinggi Swasta Wilayah VI Jateng.
2. Pabrik Gula Tasikmadu Karangannya.
3. Program Studi DTS Universitas Diponegoro, Semarang.
4. Laboratorium Teknik Universitas Veteran Bangun Nusantara Sukuharjo.
5. Laboratorium Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
6. Laboratorium Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
7. BPSMB Jawa Tengah.
8. BP3GI Lamongan Jawa Timur.
9. Kolega dan teman sejawat yang telah membantu terselenggaranya penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Asroni, A. 2001. *Struktur Beton*, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta. Hal 1-13.
- Departemen Pekerjaan Umum.1971. *Standar Beton Bertulang Indonesia*, N. I.-2, Yayasan LPMB, Bandung.Hal 39-45.
- Departemen Pekerjaan Umum.1991. *StandarTata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, SK SNI. T-15-1991-03, Yayasan LPMB, Bandung. Hal 106-108.
- Marwahyudi. 2011. *Statistika Teknik*, UM Press, Malang. Hal 33-42.
- Marwahyudi (Ketua). 2012. *Pemanfaatan Limbah Pabrik Gula Serat Alami dan Molasses Sebagai Bahan Meningkatkan Kuat Tekan, Penganti Fungsi Semen dan Pembuatan Bata Mosaik*, Penelitian Hibah Bersaing DIKTI, Surakarta.
- Nugraha, P. dan Antoni. 2010. *Teknologi Beton*, Penerbit Andi, Yogyakarta. Hal 30-41
- Sudjana. 2003. *Metode Statistik*, Tarsito, Bandung
- Somantri, A dan Muhidin, S.A. 2006. *Statistika Dalam Penelitian*, Pustaka Setia, Bandung.Hal 377-409.
- Tjokrodimulyo, K. 1996. *Teknologi Beton*, Nafiri, Yogyakarta.