

REKAYASA

PENGETAHUAN TEKNOLOGI BAHAN



Inspirasi:

PENELITIAN HIBAH BERSAING DAN IBTEK BAGI MASYARAKAT,
PENDANAAN KOORDINASI PERGURUAN TINGGI SWASTA WILAYAH VI,
KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI

Oleh
MARWAHYUDI

UNIVERSITAS SAHID SURAKARTA
Juli 2015

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum, wr, wb.

Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pemurah lagi Maha Penyayang. Segala puji bagi Allah, Tuhan semesta alam, Maha Pemurah lagi Maha Penyayang, Yang menguasai hari pembalasan. Hanya kepada Engkaulah kami menyembah dan hanya kepada Engkaulah kami mohon pertolongan Tunjukilah kami jalan yang lurus, (yaitu) jalan orang-orang yang telah Engkau anugerahkan nikmat kepada mereka, bukan (jalan) mereka yang dimurkai dan bukan (pula jalan) mereka yang sesat.

Puji syukur dipanjatkan kepada Alloh SWT, yang telah memberikan kesempatan, kekuatan, ilmu, rohmat serta hidayah sehingga buku tentang "*Teknologi Bahan*" ini dapat diselesaikan dan bermanfaat bagi mahasiswa maupun pembaca lainnya. terselesainya buku ini tidak lepas dari peran mahasiswa, kolega pendidik maupun peneliti dan Rektor, juga beberapa pihak yang telah membantu terselesainya buku ini. Terkhusus saya ucapkan terima kasihku pada orang tuaku, guruku, dosenku, kolegaku dan yang secara tidak langsung memberikan landasan ilmu, analisis dan sintesis.

Buku ini bersifat sebagai buku pendamping di perkuliahan dan pada buku ini juga menampilkan data penelitian penulis, yang sudah dilaksanakan. Penulis berharap buku ini akan lebih aplikatif penerapan dilapangan. Sehingga jika mahasiswa lebih mudah memahami secara detail dan mendalam. Para pembaca dimohonkan untuk menambah literatur buku lainnya guna menambah kasanah keilmuan.

Kesempurnaan yang hakiki adalah pada Alloh SWT semata, manusia hanya bisa berusaha untuk kearah yang lebih baik dari yang kmrin. Oleh sebab itu penulis mengharapkan masukan dari beberapa pihak yang terkait demi meningkatkan mutu buku dari waktu ke waktu.

Manusia pandai adalah orang yang mampu mengendalikan hawa nafsu dan berfikir kedepan.

Ya ALLOH SWT berikan kami hasanah dunia, akherat dan jauhkan dari siksa api neraka. Jauhkanlah pula kami dari keburukan orang, tempat, agar kami bisa selalu istiqomah dalam agama ISLAM sampai akhir hayat. Akhir kata mohon maaf atas segala kekurangan dalam penulis buku ini.

Wassalamu'alaikum, wr, wb.

Surakarta, 30 Juli 2015

Marwahyudi
Email: yudhie_dsg@yahoo.co.id

DAFTAR ISI

BAB I TEKNOLOGOI BAHAN KONSTRUKSI.....	1
a. Difinisi.....	1
b. Keuntungan dan Kekurangan Bahan Konstruksi.....	2
c. Sifat – Sifat Bahan Konstruksi.....	4
BAB II BAHAN KONSTRUKSI.....	7
a. Arti Bahan Konstruksi.....	7
b. Manfaat Bahan Konstruksi Dalam Bangunan.....	8
c. Sifat –sifat Bahan Konstruksi.....	8
BAB III KAYU.....	11
a. Sifat-sifat Utama Kayu.....	11
b. Karakteristik Kayu.....	13
c. Keuntungan, Kerugian dan Keburukan Kayu.....	15
d. Tingkat Keawetan Kayu.....	16
e. Tingkat Kekakuan Kayu.....	17
f. Tingkat Kekuatan Kayu.....	17
g. Konstruksi kayu.....	19
BAB IV BAMBU.....	26
a. Pengertian Bambu.....	26
b. Manfaat Bambu.....	30
c. Konstruksi.....	35
BAB V BAJA.....	42
a. Difinisi Baja.....	42
b. Sifat-Sifat Baja.....	42
c. Korosif dan Pencegahan.....	48
BAB VI BETON.....	50
a. Difinisi Beton.....	50
b. Bahan Penyusun Beton.....	58
c. Semen.....	58
d. Agregat Halus.....	65
e. Agregat Kasar.....	66
f. Analisis Beton.....	66
BAB VII INSPIRASI 1.....	70
BAB VIII BATU BATA.....	106

a. Definisi Batu Bata.....	106
b. Bahan Pembentuk Batu Bata.....	108
c. Bahan Tambah Batu Bata.....	112
BAB IX INSPIRASI 2.....	115
Lampiran Panduan Praktikum	

Daftar Pustaka

- Asroni, A. 2001. *Struktur Beton*, Penerbit UMS, Surakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum.1971. *Standar Beton Bertulang Indonesia*, N. I-2, Penerbit Yayasan LPMB, Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum.1991. *Standar Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, SK SNI. T-15-1991-03, Penerbit Yayasan LPMB, Bandung.
- Hadi, S. 2000. *Statistik*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- <http://karya-ilmiah.um.ac.id/index.php/TS/article/view/1629> diakses tanggal 12 Pebruari 2010.
- http://repository.gunadarma.ac.id:8000/Ary_&_Yenny_810.pdf. diakses tanggal 12 Pebruari 2010.
- <http://www.whfoods.com/genpage.php?tname=nutrientprofile&dbid=85>. diakses tanggal 12 Pebruari 2010.
- <http://wartawarga.gunadarma.ac.id/2009/11/1/page/12/>. diakses tanggal 12 Pebruari 2010.
- <http://www.google.com/search?hl=id&q=kandungan+tetes+tebu&start=10&sa=N> diakses tanggal 12 Pebruari 2010.
- <http://www.scribd.com/doc/38532319/Semen>. diakses tanggal 11 Maret 2012.
- http://www.kpbptpn.co.id/news.php?lang=0&news_id=3146 diakses tanggal 12 Pebruari 2010.
- <http://id.answers.yahoo.com/question/index?qid=20080422175013AAOpk8l> diakses tanggal 13 Pebruari 2010.
- <http://www.sahabatbambu.com/jasa/konstruksi/> diakses tanggal 31 Desember 2012.
- <http://education.poztmo.com/2012/02/10-fakta-unik-mengenai-bambu.html> diakses tanggal 31 Desember 2012.
- <http://www.artidefinisi.com/2012/08/pengertian-bambu.html#ixzz2Gbrs6grp> diakses tanggal 31 Desember 2012.
- Marwahyudi. Mei 2015. *Batu Bata Berkonstruksi*. halaman 1-6, Prosiding Pembicara biasa pada Seminar Nasional Teknik Sipil ke V tanggal 19 Mei 2014 di Ruang Seminaar Pasca Sarjana Universitas Muhammadiyah Surakarta, dengan tema “Peran Menejemen dan Teknologi Konstruksi Dalam Mendukung Pengembangan Infrastruktur Untuk

Mewujudkan Kemandirian Nasional”, ISSN: 2459-9727, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

<http://sipil.ums.ac.id/berita-prosiding-seminar-nasional.html>

http://digilib.usahidsolo.ac.id/repository/Paper_Marwahyudi.pdf

Marwahyudi. November 2014. *The Tensile Strength of Hooked Brick*, International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT) – Volume 18 Number 7 – Dec 2014, Page 323 – 327, ISSN: 2231-5381 <http://ijettjournal.org/archive/ijett-v18p266>

Published By: Seventh Sense Research Group

Marwahyudi. 8 Oktober 2014. *Kuat Tekan Batu Bata Berbahan Limbah Pabrik Gula*. halaman 78-90, Prosiding Pembicara biasa pada Seminar Nasional tanggal 8 Oktober 2014 di Auditorium PLN Surakarta, dengan tema “Good Governance Menuju Kesejahteraan dan Kemandirian”, ISBN: 978-979-1230-25-0, Universitas Islam Batik Surakarta.

http://journal.uniba.ac.id/index.php/PROSIDING_UNIBA/article/viewFile/315/116

Marwahyudi (Ketua). 2013. *Pemanfaatan Limbah Pabrik Gula Serat Alami dan Molasses Sebagai Bahan Meningkatkan Kuat Tekan, Penganti Fungsi Semen dan Pembuatan Bata Mosaik*, Penelitian Hibah Bersaing DIKTI tahun ke-2, Surakarta.

Marwahyudi, 2013, *DECREASING RICE FIELD SOIL WITH “FILTER CAKE” IN MAKING FRIENDLY BRICK*, Jurnal **Eco Rekayasa** ISSN 1907-4026/Vol.9/No.2/September 2013/Marwahyudi/Halaman : 109-115 Universitas Muhammadiyah Surakarta.

<http://publikasiilmiah.ums.ac.id/handle/123456789/3744?show=full>

Marwahyudi. Mei 2013. *The Application of Molasses as Adding Materials to Increase the Compressive Strength of Concrete*. Int. J. of Mechanical Computational and Manufacturing Research, Vol. 2. No. 2, (2013), 33 – 38, ISSN: 2301-4148,

<http://ijmcmr.com/Vol.2.No.2.May.2013.html>

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.

Marwahyudi. 2011. *Statistika Teknik*, Penerbit UM Press, Malang.

Nugraha, P. dan Antoni. 2010. *Teknologi Beton*, Penerbit Andi, Yogyakarta.

Tjokrodimulyo, K. 1996. *Teknologi Beton*, Penerbit Nafiri, Yogyakarta.

BAB I

TEKNOLOGI BAHAN KONSTRUKSI

A. Definisi

Teknologi bisa diartikan hasil cipta manusia dalam menyelesaikan permasalahan yang berhubungan dengan hasil yang lebih baik dengan menggunakan cara tertentu yang ditawarkan atau ditemukan oleh manusia. Bahan adalah sesuatu yang dipakai untuk menghasilkan produk tertentu, produk dalam hal ini tentunya konstruksi. Kontruksi sendiri adalah suatu bentuk atau gambaran dalam memecahkan masalah pembebanan. Sehingga dengan konstruksi tertentu diharapkan kuat menahan gaya yang ada.

Dari paparan diatas maka dapatlah diartikan bahwa Teknologi Bahan Konstruksi adalah sesuatu hasil karya cipta manusia dengan menggunakan alat tertentu dan cara tertentu sehingga menghasilkan karya cipta yang mampu menyelesaikan masalah gaya yang diterima.

Macam bahan yang dapat untuk bahan konstruksi adalah:

1. Kayu
2. Bambu
3. Batu
4. Besi
5. Beton

Dari bahan bahan diatas tentunya mempunyai kelebihan dan kekurangan masing-masing sesuai tepe konstruksi yang dibutuhkan. Kebutuhan ini juga disesuaikan dengan iklim yang ada dan ketersediaan bahan dilokasi. Seperti dalam filosofi yang ada sekarang yaitu kearifan lokal atau ” *Think Global Act Local*”. Maka para ilmuan sekarang harus berfikir keras untuk memaksimalkan bahan lokal sehingga akan lebih berdaya guna.

Para ilmuan harus memahami betul filosofi bahan yang ada sehingga tidak akan keliru memanfaatkan bahan yang tersedia. Mengingat setiap bahan konstruksi mempunyai filosofi tersendiri dan kelebihan juga kekurangannya. Perlu juga dimengerti tentang kelemahan bahan konstruksi. Jangan sampai kekurangannya malah tidak dapat ditutupi oleh bahan tertentu

sehingga jika sudah jadi akan mengakibatkan umur konstruksi tidak sesuai yang direncanakan.

B. Keuntungan dan Kekurangan Bahan Konstruksi.

Keuntungan dari kayu

- a. Di Indonesia tersedia banyak pilihan kayu.
- b. Pembuatan konstruksi cukup sederhana dan murah.
- c. Tukang sudah akrab dengan kayu.
- d. Kuat pada gaya tekan.
- e. Harga bervariasi.

Kekurangan dari kayu

- a. Umur kayu yang lama.
- b. Pembuatan konstruksi tidak mampu untuk bentang yang panjang.
- c. Harga limbahnya murah.
- d. Lemah pada gaya tarik.
- e. Tidak tahan terhadap air.

Keuntungan dari bambu

- a. Di Indonesia tersedia banyak.
- b. Pembuatan konstruksi cukup sederhana dan murah.
- c. Bambu mempunyai keliatan.
- d. Konstruksi sederhana.
- e. Kuat pada gaya tekan.

Kekurangan dari bambu

- a. Mempunyai rongga.
- b. Pembuatan konstruksi tidak mampu untuk bentang yang panjang.
- c. Harga limbahnya murah.
- d. Lemah pada gaya tarik.
- e. Tidak tahan terhadap air.

Keuntungan dari batu

- a. Di Indonesia tersedia banyak pilihan batu.
- b. Pembuatan konstruksi cukup sederhana.
- c. Tukang sudah akrab.
- d. Kuat pada gaya tekan dan tarik.
- e. Harga bervariasi.

Kekurangan dari batu

- a. Pada batu yang besar perlu dipecah dahulu.
- b. Hanya dipakai untuk konstruksi bawah.
- c. Pelaksanaan dilapangan bertahap tidak bisa langsung masal dan menunggu kering dahulu.
- d. Berat sendiri yang besar.
- e. Permukaan yang halus harus dihilangkan untuk memaksimalkan kelekatan.

Keuntungan dari besi

- a. Di Indonesia tersedia banyak.
- b. Bahan bekas pakai masih bisa dimanfaatkan.
- c. Bisa untuk konstruksi bentang panjang.
- d. Model lebih bervariasi.
- e. Kuat pada gaya tarik.

Kekurangan dari besi

- a. Harga relatif mahal.
- b. Tidak tahan terhadap panas dan atau api.
- c. Pembuatan konstruksi perlu keahlian khusus.
- d. Lemah pada gaya tekan.
- e. Tidak tahan terhadap air.

Keuntungan dari beton

- a. Bahan beton di Indonesia tersedia banyak.
- b. Bahan bekas pakai masih bisa dimanfaatkan.
- c. Bisa dikombinasi dengan bahan lain.

- d. Model lebih variatif.
- e. Kuat pada gaya tekan.

Kekurangan dari beton

- a. Kontruksi yang sudah jadi susah dirubah.
- b. Keliatannya kecil.
- c. Pembuatan konstruksi perlu keahlian khusus.
- d. Lemah pada gaya tarik.
- e. Jika sudah rusak harus diganti.

C. Sifat-sifat bahan konstruksi

Sifat-sifat dari kayu

- a. Pembuatan konstruksi cukup sederhana dan murah.
- b. Kuat pada gaya tekan.
- c. Mempunyai lingkaran umur kayu.
- d. Kayu bersifat getas.
- e. Lemah pada gaya tarik.
- f. Tidak tahan terhadap air.
- g. Bisa mengalami kelapuan.
- h. Tidak tahan terhadap api.
- i. Mudah dimakan rayap.

Sifat-sifat dari bambu

- a. Di Indonesia terseedia banyak.
- b. Pembuatan konstruksi cukup sederhana dan murah.
- c. Bambu mempunyai keliatan.
- d. Kuat pada gaya tekan.
- e. Mempunyai rongga.
- f. Pembuatan konstruksi tidak mampu untuk bentang yang panjang.
- g. Harga limbahnya murah.
- h. Tahan gempa.
- i. Bisa dimakan rayap

Sifat-sifat dari batu

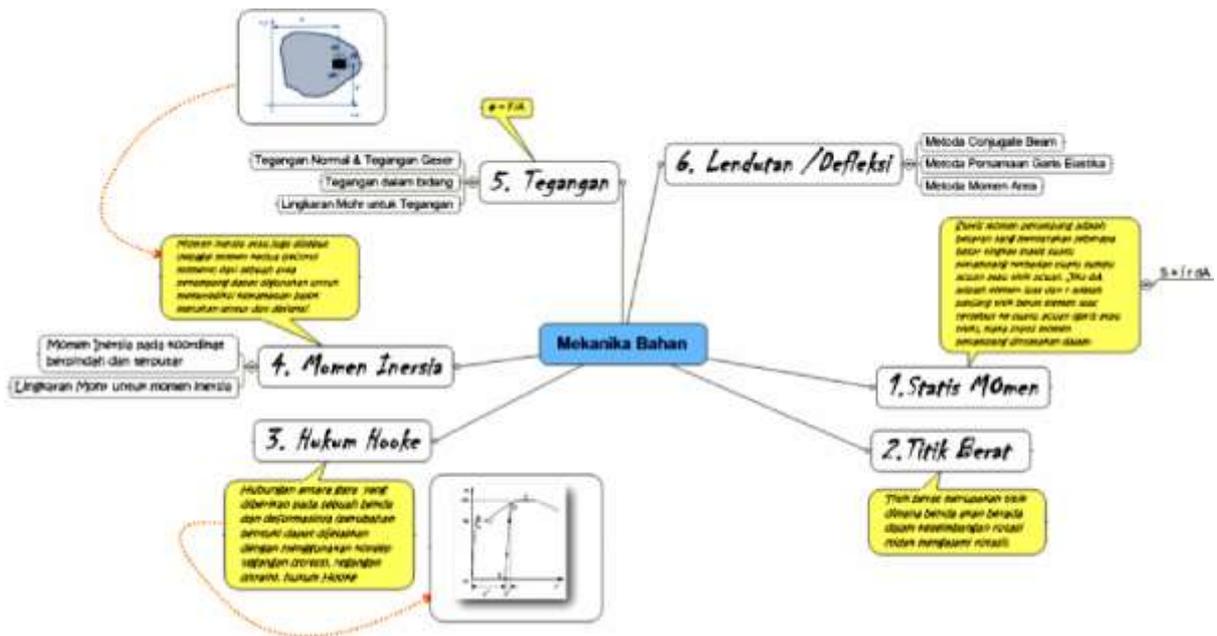
- a. Di Indonesia tersedia banyak pilihan batu.
- b. Pembuatan konstruksi cukup sederhana.
- c. Kuat pada gaya tekan dan tarik.
- d. Pada batu yang besar perlu dipecah dahulu.
- e. Hanya dipakai untuk konstruksi bawah.
- f. Pelaksanaan dilapangan bertahap tidak bisa langsung masal dan menunggu kering dahulu.
- g. Berat sendiri yang besar.
- h. Permukaan yang halus harus dihilangkan untuk memaksimalkan kelekatan.
- i. Tahan terhadap air, api, rayap.

Sifat-sifat dari besi

- a. Di Indonesia tersedia banyak.
- b. Bahan bekas pakai masih bisa dimanfaatkan.
- c. Bisa untuk konstruksi bentang panjang.
- d. Model lebih variatif.
- e. Kuat pada gaya tarik
- f. Tidak tahan terhadap panas dan atau api.
- g. Pembuatan konstruksi perlu keahlian khusus.
- h. Kuat pada gaya tarik.
- i. Tidak tahan terhadap air.

Keuntungan dari beton

- a. Bahan beton di Indonesia tersedia banyak.
- b. Bahan bekas pakai masih bisa dimanfaatkan.
- c. Bisa dikombinasi dengan bahan lain.
- d. Model lebih variatif.
- e. Kuat pada gaya tekan.
- f. Kontruksi yang sudah jadi susah dirubah.
- g. Keliatannya kecil.
- h. Pembuatan konstruksi perlu keahlian khusus.
- i. Lemah pada gaya tarik.



Gambar: Pola berpikir bahan Elisabeth Yuniarti

BAB III

KAYU

A. Sifat Utama Kayu.

Kayu merupakan sumber besar yang ada di Indonesia. Apabila dikelola dengan baik tidak akan rusak alam Indonesia. Banyak hutan gundul, tanah longsor, kebakaran hutan. Semua ini dikarenakan pengelolaan hutan hasil kayu belum benar. Kayu adalah suatu bahan konstruksi yang didapatkan dari tumbuhan dalam alam. Karena itu tidak hanya merupakan salah satu bahan konstruksi pertama di dalam sejarah umat manusia, tetapi mungkin juga menjadi yang terakhir. Sebagai salah satu bahan konstruksi yang pertama sebelum jauh sebelum ilmu pengetahuan mulai dibicarakan.

Apabila kita ingin menggunakan kayu sebagai bahan konstruksi maka kita harus mengetahui sifat-sifat kayu:

1. Sumber kekayaan alam yang tidak habis jika dikelola dengan baik dan benar.
2. Bahan yang mudah diolah.
3. Mempunyai sifat spesifik yang tidak dapat ditiru oleh buatan manusia. Kayu mempunyai sifat ulet, elastis dan tahan terhadap gaya tegak lurus maupun sejajar arah serat.

Selain itu kayu mempunyai sifat kimia. Sifat kimia kayu secara umum terdiri dari tiga unsur, yaitu:

1. Unsur karbohidrat, terdiri dari *selulosa* dan *hemiselulosa*.
2. Unsur non karbohidrat, terdiri dari *lignin*.
3. Unsur endapan kayu selama proses pertumbuhan, dinamakan zat ekstraktif.

Sifat fisik kayu sebagian besar yang mempengaruhi sifat mekanik kayu. Sifat fisik kayu adalah:

1. Kadar air kayu adalah jumlah atau prosentase air didalam kayu Banyaknya kayu diukur dengan besaran yang disebut *Moisture Content* (M). Kadar air =

berat kayu dikurangi berat kayu kering udara dibagi berat kering udara dikalikan seratus persen.

2. Penyusutan kayu adalah penyusutan kayu dikarenakan kadar air yang berkurang sehingga massa kayu sedikit menyusut. Air dalam kayu dibedakan menjadi dua yaitu air bebas (*free water*) terdapat dalam rongga ruang antar sel. Kemudian air terikat (*Imbited water*) air yang terikat pada atau didalam sel. Kadar air pada tumbuhan antara 30% sampai 300%. Air bebas akan keluar semua dengan pengeringan alami maupun buatan. Pengeluaran semua air bebas dinamakan titik jenuh serat besarnya sekitar 30%.
3. Berat jenis kayu ditetapkan perbandingan antara berat volume kering dengan berat volume air yang mempunyai volume sama.

Sifat mekanis kayu adalah daya tahan kayu terhadap pengaruh luar yang berupa beban, gaya tarik, gaya tekan, gaya lentur dan gaya geser. Faktor pengaruh kekuatan mekanis kayu adalah:

1. Pengaruh luar, antara lain:
 - a. Pembebanan.
 - b. Kelembaban.
 - c. Pengawetan kayu.
 - d. Pengeringan kayu.
 - e. Cacat kayu.
2. Pengaruh dalam, antara lain:
 - a. Berat jenis.
 - b. Kadar air.
 - c. Mata kayu.

Kayu dalam sifat mekanis bangunan yang diperhitungkan hanya pada kajian arah sejajar arah serat kayu (aksial) dan arah tegak lurus serat kayu (tangensial) Perkembangan penggunaan kayu ada yang digunakan sebagai non struktur dan ada yang digunakan sebagai struktur. Struktur bangunan kayu dari masa yang lalu sampai masa sekarang, termasuk sistem-sistem bangunan industri sudah berkembang dari tahun ke tahun sampai saat ini. Tidak ada konstruksi bangunan lain yang dapat diperhatikan perkembangannya secara terus menerus dari permulaan sampai sekarang selain gambar pertukangan dengan

tangan hingga cars masinal modern. Dalam hubungan ini konstruksi bangunan kayu adalah bentuk dasar (prototype) suatu bangunan pre-fabricated dan bangunann rangka. Menurut alizar konstruksi bangunan kayu kita bagi atas dua golongan menurut pembangunannya yaitu :

1. Konstruksi rangka-rangka tersusun dengan pembangunan konstruksi dinding setingkat demi setingkat berkonstruksi biasanya dengan balok – balok.
2. Konstruksi rangka-rangka terusan dengan pembangunan konstruksi dinding dengan tiang-tiang yang menembus melalui semua ingkat bagngunan berkonstruksi biasanya dengan papan.

Konstruksi rangka rangka tersusun yang tradisional.

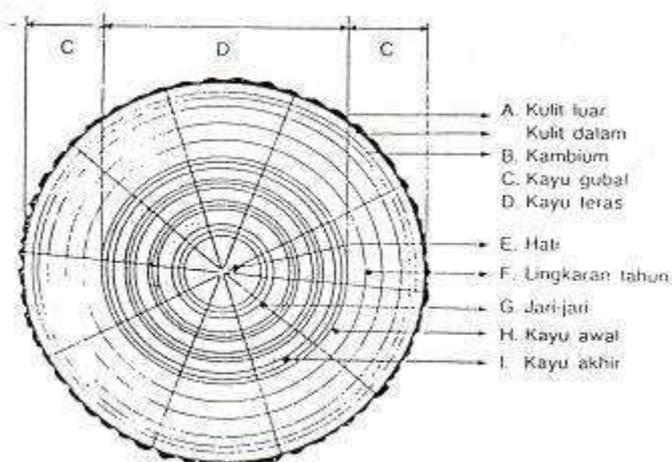
1. Kasau
2. tambahan kasau miring
3. peran dinding
4. balok loteng
5. tiang
6. palang
7. bantalan
8. tiang sudut
9. kuda-kuda penopang
10. ambang jendela
11. balok loteng ekor

B. Karateristik Kayu.

Kayu merupakan sumber alam besar yang ada di Indonesia, sehingga kita perlu mengelola sebaik mungkin agar tidak terjadi kerusakan alam. Kayu mempunyai bagian-bagian dan bagian itu mempunyai tugas masing-masing.

1. Kulit adalah bagian terluai dari kayu yang mempunyai tugasmelindungi bagian dalam dari pengaruh luar. Kulit terdiri dua bagian yaitu kulit terluar (*outer bark*) tugasnya melindungi bagian dalamnya dan kulit dalam (*inter bark*) bertugas sebagai saluran air atau saluran makanan dari akar menuju daun,

2. Kambium adalah lapisan tipis bening yang melingkar pada batang yang bertugas kedalam membentuk kayu dan keluar membentuk kulit.
3. Kayu gubal (*Sap wood*) bagian yang terdiri dari bagian sel yang masih hidup. Kayu gubal ini berwarna keputih-putihan dan tugasnya menyalurkan makanan dari daun ke bagian pohon lainnya.
4. Kayu teras (*Heart wood*) bagian yang terdiri dari bagian sel-sel yang sudah tua dan mati. Kayu ini adalah berawal dari kayu gubal kemudian mati dan berfungsi sebagai pengokoh pada batang pohon. Warna bagian ini adalah lebih gelap.
5. Hati (*Pitch*) Bbagian kayu yang berada ditengah kayu. Bagian ini sebagai tanda jenis pohon.
6. Serat adalah bagian kayu yang gabungan dari bagian tadi berjajar membentuk serat. Serat ini sebenarnya susunan sel dan bertugas sebagai penahan gaya. Pada setiap pohon atau bagian batang mempunyai arah serat yang berbeda-beda.
7. Pori-pori adalah sel pembuluh yang terpotong dan tidak bisa menutup kembali. Sehingga memberikan kesan lobang.
8. Jari-jari kayu (*wood rays*) Jaringan kayu yang membentuk lingkaran arah kedalam secara radial. Berfungsi mengangkut makanan arah radial.
9. Lingkaran tumbuh (gelang/lingkar tahun) Lapisan yang membentuk lingkaran pada batang. Berfungsi sebagai penanda umur tahun.



Gambar 3.1. Bagian-bagian Kayu

C. Keuntungan, Kerugian dan keburukan Kayu.

Kayu mempunyai beberapa sifat yang harus dicermati, harapannya kita dalam merencanakan konstruksi dari kayu tidak akan keliru dalam penempatannya.

1. Keuntungan kayu:
 - a. Mempunyai kekuatan yang tinggi dan beratnya rendah.
 - b. Mempunyai daya tahan tinggi terhadap pengaruh kimia dan listrik.
 - c. Mudah dikerjakan.
 - d. Relatif murah harganya untuk jenis kayu tertentu.
 - e. Mudah didapat.
2. Kerugian kayu:
 - a. Sifat yang kurang homogen dengan cacat alam seperti serat, mata kayu, bengkok.
 - b. Beberapa kayu bersifat kurang awet dalam keadaan tertentu.
 - c. Dapat memuai dan menyusut dengan perubahan kelembaman, meskipun tetap elastis.
 - d. Balok kayu yang dibebani terlalu lama akan terjadi lendutan yang relatif besar.

Keburukan kayu dapat dibedakan menjadi tiga macam, yaitu:

1. Keburukan setempat. Keburukan yang berasal dari bekas cabang atau yang sering disebut mata kayu. Mata kayu ini terkadang sangat keras berbentuk bulatan berwarna tua. Sehingga tempat ini sangat sulit untuk dikerjakan dan perlu ketrampilan khusus. Mengingat serat yang ada tidak satu arah.
2. Keburukan di beberapa tempat. Keburukan ini antara lain busuk hati yang disekitarnya ada kayu yang baik. Sehingga kayu yang baik akan rusak hal ini disebabkan karena kerusakan yang merambat ke kayu yang baik. Kerusakan yang lain adalah pecang gelang yang diakibatkan kerutnya batang pohon yang berbeda.
3. Keburukan karena penyakit. Keburukan ini disebabkan oleh penyakit kuman atau racun yang berasal dari tanah, diantaranya:
 - a. Busuk (*Rot*) Kerusakan ini terlihat dari luar dan yang rusak serat-serat kayu. Kejadian ini pada pohon yang sedang tumbuh.

- b. Lubang kecil kayu pada kayu (*vuur*). Kondisi ini dikarenakan pada saat pembentukan sel kekurangan zat tertentu sehingga batang tidak rapat sempurna. Penyakit ini terlihat memanjang berupa gari berwarna merah, putih atau ungu.
- c. *Blauw* atau *Broei*. Timbul setelah pohon ditebang, hal ini disebabkan kurang pemeliharaan kayu. Pada mulanya warna kayu hijau, kuning, hitam dan biru. Jika dibiarkan terus akan cepat berwarna coklat sehingga kayu akan menjadi bubuk dan disebut *Broei*.
- d. *Verkleurd*, merupakan penyakit *Blauw* pada permulaan. Penyakit ini masih bisa diatasi dengan pemeliharaan yang baik, yaitu dengan cara bolak-balik dikeringkan.

Macam-macam binatang perusak kayu:

1. Bubuk terdapat pada kayu yang sudah atau belum dikerjakan, jika terdapat pada kayu akan mengeluarkan kororan berbentuk butiran kecil-kecil. Cara mengatasinya dengan pemberian minyak tanah, ter atau meni.
2. Rayap adalah pemakan kayu, sehingga kayu terlihat dari luar bagus akan tetapi dalamnya keropos. Cara mengatasi dengan karbolinium atau koolter bisa juga dengan minyak tanah..
3. Ulat tiang, ulat ini membangun rumah pada kayu. Sebenarnya tidak memakan kayu. Pada permukaan badan ulat ini mengeluarkan kapur sehingga pada kayu ada sejenis kapur dipermukaannya. Cara mengatasi dengan Diberi minyak tanah.

D. Tingkat Keawetan Kayu.

Secara alami kayu mempunyai keawetan sendiri sesuai dengan jenisnya. Keawetan kayu adalah lamanya umur pemakaian kayu. Tetntunya aman terhadap serangan penyakit yang ada dari luar maupun dalam kayu. Pada peraturan Internasional ada 3 tingkat keawetan kayu, yaitu:

1. *Durable*.
2. *Semidurable*.
3. *General utility*.

Sedangkan di Indonesia dibagi menjadi 5 kelas keawetan, yaitu:

1. Sangat baik.
2. Baik.
3. Cukup.
4. Kurang.
5. Jelek.

Sebenarnya keawetan kayu juga dipengaruhi dari cara penyimpanannya atau penempatan kayu. Kayu yang terlindung dari panas dan hujan akan awet.

E. Tingkat Kekakuan Kayu.

Kayu juga memiliki sifat kekakuan. Memang kekakuannya tidak seperti besi. Jika dibandingkan dengan besi jelas kelihatan kaku besi. Kekauannya bisa untuk menahan gaya tekan. Bahkan kayu ini sangat spesifik, karena kayu mampu menahan tahanan dan mampu menahan tarik yang besarnya tidak terlalu jauh.

Berbeda dengan bahan lainnya semisal besi. Besi mempunyai kuat tarik tinggi akan tetapi kuat tekannya sangat kecil. Perbedaan kuat tekan dan kuat tariknya cukup besar. Sama juga seperti beton, beton mempunyai kuat tekan tinggi akan tetapi kuat tariknya rendah.

Kenyataan dilapangan pada konstruksi kuda-kuda kayu mampu bekerja di bagaian batang tarik maupun tekan. Hal ini berbeda dengan besi. Pada konstruksinya diusahakan bekerja gaya tarik, mengingat besi mempunyai kuat tarik besar dan mempunyai kuat tekan yang kecil.

F. Tingkat Kekuatan Kayu.

Secara umum ada lima macam kekuatan kayu, yaitu:

1. Kekuatan tekan sejajar arah serat.
2. Kekuatan tekan tegak lurus arah serat.
3. Kekuatan tarik sejajar arah serat.

4. Kekuatan geser sejajar arah serat.
5. Kekuatan lentur.

Faktor yang mempengaruhi kekuatan kayu:

1. Miring arah serat. Hal ini terjadi pada konstruksi kuda-kuda batang tekan. Batang tekan ini membentuk sudut terhadap batang tarik.
2. Mata kayu. Mata kayu bisa mengakibatkan perlemahan. Karena pada mata kayu ini seratnya tidak teratur sehingga membuat perlemahan.
3. Kadar air. Kadar air sangat berpengaruh terhadap berat jenisnya.
4. Berat jenis kayu. Berat jenis ini menunjukkan zat yang terkandung dalam kayu, Sehingga semakin berat jenis kayu maka semakin kuat kayu tersebut
5. Perubahan temperatur. Ada beberapa kayu yang terpengaruh dari perubahan temperatur.
6. Pengaruh lamanya pembebanan. Semakin lama pembebanan akan mengakibatkan perlemahan pada kayu tersebut. Hal ini terbukti pada saat tukang mau meluruskan kayu ada kalanya diberi beban yang berat pada bagian yang melengkun.

Tingkat kekuatan kayu ada lima kelas. Setiap kelasnya mempunyai panduan tersendiri:

1. Tingkat I dan II, digunakan untuk konstruksi berat dan tidak terlindung juga terkena tanah lembab. Contoh: Jati, Merbau, Bangkirai, Belian, Resak.
2. Tingkat III, digunakan untuk konstruksi berat dan terlindung. Contoh: Puspa, Kamfer, Keruing.
3. Tingkat IV, digunakan untuk konstruksi ringan terlindung. Contoh: Meranti, Suren, Jeunjing.
4. Tingkat V, digunakan untuk keperluan sementara. Contoh: Randu, Albasia.

Kelas Kuat	Berat Jenis Kering Udara	Kukuh Lentur Mutlak	Kukuh Tekanan Mutlak
		Kg/cm ²	
I	≥ 0,90	≥1100	≥650
II	0,90-0,60	1100-725	650-425

III	0,60-0,40	725-500	425-300
IV	0,40-0,30	500-360	300-215
V	$\leq 0,30$	≤ 360	≤ 215

Sumber: PKKI-NI 1961

G. Konstruksi Kayu.

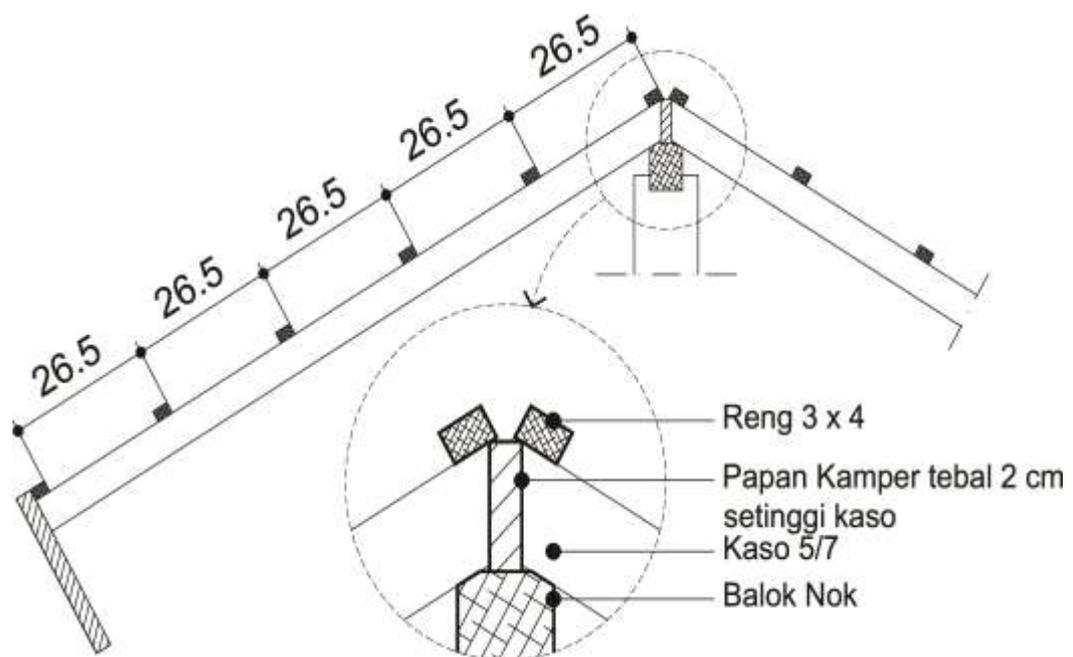
Pada materi ini diberikan gambar-gambar konstruksi sederhana pada kayu, sehingga mahasiswa diharapkan mengerti akan konstruksi sederhana pada kayu.



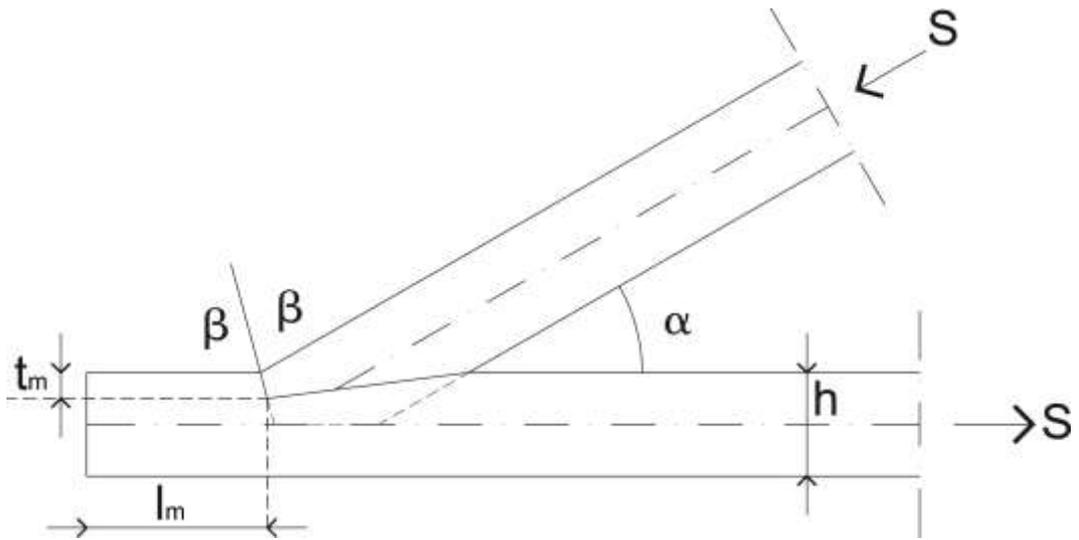
Gambar: Jembatan kayu



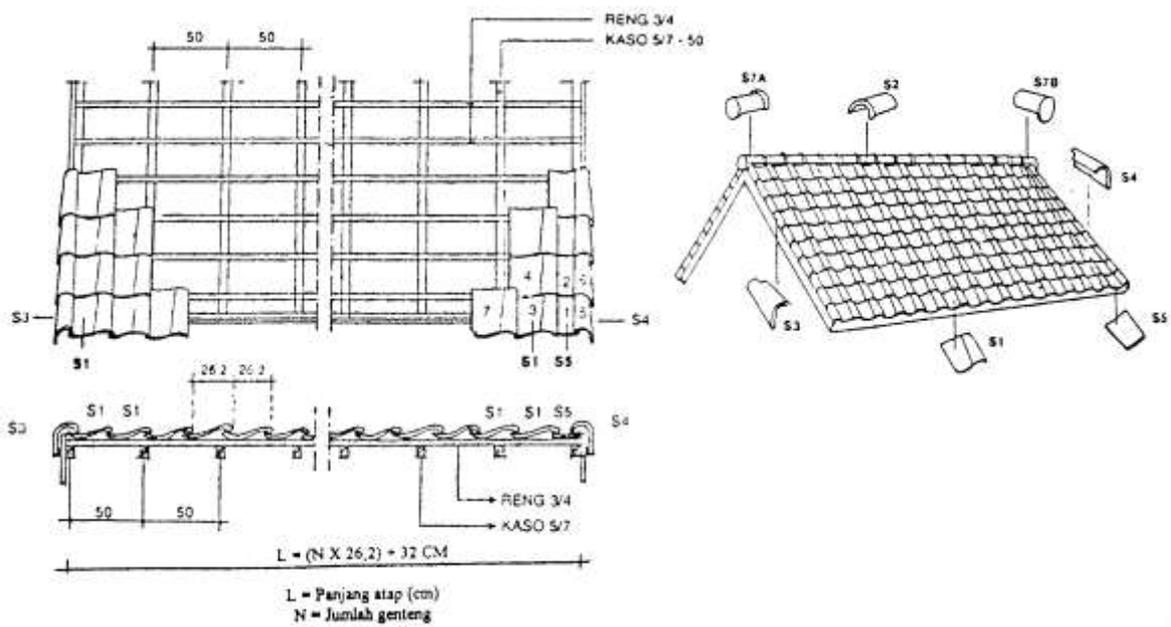
Gambar: Jembatan kayu



Gambar: Kontruksi atap



Gambar: Kontruksi atap



Gambar: Kontruksi atap



Gambar: Kontruksi kayu



Gambar: Kontruksi kuda



Gambar: Kontruksi kuda

Mahalnya harga kayu dan sulitnya mendapatkan kayu yang berkualitas membuat orang berinisiatif untuk beralih menggunakan material alternatif lainnya. Setelah munculnya produk kusen berbahan aluminium dan daun pintu dari bahan pvc, lalu hadir pula rangka atap dari material baja ringan, dan kini ada lembaran papan fiber semen dengan motif urat kayu. Tentu saja material pengganti tersebut tidak lebih murah dari bahan kayu itu sendiri. Bahkan, bahan itu cenderung jauh lebih mahal, semisal rangka atap dari bahan baja ringan.

Bagaimanapun masyarakat kita cenderung lebih memilih kayu daripada bahan material pengganti lainnya. Tinggal bagaimana cara kita merawat, memperlakukan, dan memberi perhatian yang selayaknya. Hal yang paling utama untuk mencegah merajalelanya rayap di rumah kita adalah menghindarkan terciptanya sudut-sudut lembab di dalam rumah. Jangan biarkan kebocoran, sekecil apa pun, membasahi rangka atap. Apalagi sampai merembes ke bawah dan membasahi perangkat furnitur semisal lemari baju yang kebanyakan terbuat dari lempengan particle-board yang sangat rawan terhadap rayap. Adanya tempat yang lembab dan bau kayu yang basah akan memancing rayap dari dalam tanah menembus beton dan lantai semen dengan cepat menerobos lapisan keramik

dalam upaya membangun istana idaman mereka. Saat rayap mulai menyerang rumah Anda, sekecil apa pun serangan itu, atasilah sesegera mungkin dengan tuntas. Jangan pernah "memberi hati" kepada makhluk kecil ini yang berkembang biak sangat cepat.

Demikian pula halnya dengan adanya serangan organisme perusak kayu *blue stain* yang menurunkan kualitas kayu. Belum lagi adanya bahan ekstraktif yang sering menghambat jalannya perputaran mesin pengerjaan kayu. Hal tersebut dapat menimbulkan masalah selama proses pengolahannya. Salah satu solusi mengatasinya yaitu dengan cara penanganan yang lebih baik saat pasca tebang kayu, sebelum dolok/ kayu diolah lebih lanjut. Dengan teknik pengembangan penggergajian dolok kering, diharapkan akan meningkatkan rendemen dan kualitas kayu gergajiannya dibandingkan dengan teknik konvensional.

Perkembangan teknologi pengolahan kayu dalam kurun waktu 10 tahun ini telah memberikan peluang memproduksi dolok berdiameter kecil dari hutan tanaman, yang melimpah pada diameter kisaran 9 -17 cm atau lebih. Kayu - kayu yang berasal dari pohon cepat tumbuh di hutan tanaman cenderung mempunyai sifat inferior cacat bentuk seperti memangkuk pada arah lebar, menggelinjang dan membusur pada arah memanjang kayu (Haygreen dan Bowyer, 1989). Hal ini berakibat menurunnya rendemen dan kualitas kayu penggergajian.

Dalam upaya mendorong perkembangan industri pengolahan kayu, pemerintah telah menerbitkan berbagai peraturan yang hasilnya terlihat antara lain dengan meningkatnya jumlah industri dengan keanekaragaman (diversifikasi) produknya. Sebagai contoh sekarang ini telah berkembang industri papan gipsum dan produk *bare core* yang telah diekspor. Di masa depan tidak mustahil jenis produk kayu lainnya seperti kayu pertukangan akan demikian pula. Guna mengendalikan mutu dan pemasaran berbagai produk 11 kayu-kayu tersebut, perlu dibuat standar mutu produk kayu pertukangan yang sampai saat ini belum ada, sebagai bagian dari sistem Standardisasi Nasional yang dikoordinir oleh Badan Standardisasi Nasional (BSN). Dalam upaya menjaga keberlangsungan industri pengolahan kayu dengan keterbatasan bahan bakunya antara lain diatasi dengan meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya hutan berupa kayu. Suplai kayu ke industri pengolahan kayu saat ini umumnya dari kayu-kayu yang berasal dari hutan tanaman sehingga kualitasnya kurang baik, misalnya diameter batangnya relatif kecil, kerapatannya rendah, dan sifat fisik mekaniknya juga rendah. Untuk meningkatkan mutu kayu-kayu tersebut, dilakukan penerapan teknologi pengolahan kayu yang dapat

memperbaiki kelemahan yang ada pada kayu kayu jenis *fast growing* tersebut, misalnya dengan teknik kayu lamina maupun teknologi pengolahan lainnya.

BAB IV

BAMBU

A. Pengertian Bambu

Bambu adalah tumbuhan berumpun, berakar serabut yang batangnya bulat berongga, beruas, keras, dan tinggi antara 10-20 m, digunakan sebagai bahan bangunan rumah dan perabot rumah tangga. Beberapa jenis bambu diantaranya sebagai berikut:

- a. Bambu ater adalah bambu yang tingginya mencapai 15 m, buluhnya berwarna hijau tua, digunakan untuk pipa air, dinding rumah, dan pagar, rebungnya bisa untuk bahan sayuran, *Gigantochloa atter*.
- b. Bambu batu bambu yang berasal dari India dan Myanmar, tinggi buluhnya mencapai 10-15 m, bergaris tengah 5 cm, berwarna hijau dan berdinding tebal, pembiakkan dengan biji atau rimpangnya; *Dendrocalamus strictus*.
- c. Bambu betung bambu yg batangnya besar dan dapat dijadikan tiang rumah; *Dendrocalamus asper*.
- d. Bambu bungkuk bambu yg berasal dr Sumatra dan Jawa, tingginya mencapai 10 m, bergaris tengah 8 cm, dan dibiakkan dengan rimpangnya; *Schizotachyum caudatum*
- e. Bambu cangkoreh jenis bambu memanjat, berumpun jarang, tidak berlubang, bermiang kasar, berwarna hijau tua; *Dinochloa scandens*.
- f. Bambu cina bambu kerdil untuk pagar hidup;
- g. Bambu duri bambu yg pd buku batang dan rantingnya tumbuh duri; *Bambusa blumeana*.
- h. Bambu duri ori bambu yg berbentuk tegak dan bercabang lebih renggang, berdaun pelepah yg bermiang lebat, berwarna gelap dan tanpa kuping pelepah buluh; *Bambusa arundinaceae*.
- i. Bambu embong jenis bambu memanjat, rumpunnya rapat, buluhnya mencapai tinggi 30 m, bergaris tengah 5 cm, ditemukan di daerah Jawa Timur; *Bambusa horsfieldii*
- j. Bambu gila permainan yg menggunakan bambu sbg alat (Ambon); Pengertian Bambu gombang bambu yg tingginya mencapai 20 m, bergaris tengah 10 cm, berwarna hijau, digunakan sbg bahan anyaman dan kerajinan tangan; *Gigantochloa verticillata*.

- k. Bambu jalur bambu yg tingginya mencapai 7,5 m, berwarna hijau; merupakan bambu asli Malaysia dan Indonesia bagian barat (Jawa, Kalimantan, dan Sumatra); *Schizostachyum longispiculatum*.
- l. Bambu jepang bambu yang berasal dari Jepang, tumbuh merumpun, batang lurus mirip kawat, meruncing, berukuran tinggi mencapai 7,1 m, berdiameter 2-10 cm, berwarna hijau dan dipenuhi bintik-bintik kekuningan; *Dracaena godreffiana*.
- m. Pengertian Bambu kuning bambu yg kuning warnanya; *Bambusa vulgaris*;
- n. Pengertian Bambu lengka bambu yg tingginya mencapai 12 m, bergaris tengah 2-5 cm, berwarna hijau tua, digunakan untuk pagar, dinding rumah atau dangau di sawah; *Gigantochloa nigrociliata*.
- o. Bambu lengka tali bambu yg tingginya mencapai 6 m, berwarna hijau tua bergaris tengah 3-5 cm, rebunginya dapat dimakan, *Gigantochloa hasskarliana*.
- p. Bambu pagar bambu yg tingginya mencapai 8 m, bergaris tengah 2 cm, berwarna hijau, karena rumpunnya rapat sekali sering digunakan sebagai pagar; *Bambusa glaucescens*.
- q. Bambu perling bambu yang tingginya mencapai 15 m, bergaris tengah 5 cm, berwarna hijau tua, rebunginya dapat dimakan; *Schizostachyum zollingeri*.
- r. Bambu sembilang bambu yg tingginya mencapai 30 m, bergaris tengah mencapai 3 m, berasal dr Myanmar dan Siam; *Dendrocalamus giganteus*;
- s. Bambu talang bambu yg tingginya mencapai 15 m, bergaris tengah antara 8-10 cm, banyak digunakan sbg bahan atap, dinding, dan lantai rumah adat Toraja; *Schizostachyum brachycladium*.
- t. Bambu tali bambu yg batangnya (setelah dibelah-belah) dapat dijadikan tali; *Gigantochloa apus*.
- u. Bambu tamiang bambu yg tingginya mencapai 10 m dan garis tengahnya 2-4 cm, berwarna hijau tua, berasal dr Indonesia menyebar ke Semenanjung Malaysia, Kamboja, dan Vietnam, digunakan sbg bahan pembuat suling, joran, dan barang kerajinan tangan; *Schizostachyum blumei*.

- v. Bambu toi bambu yg tingginya mencapai 10 m, bergaris tengah 6 cm, dinding buluhnya tipis, tumbuh liar di Filipina, Sulawesi, Maluku hingga Irian Jaya atau Papua Nugini; *Schizostachyum lima*.
- w. Bambu tutul bambu yg tingginya mencapai 12 m, berwarna hijau ketika muda dan berwarna tutul kecokelat-cokelatan setelah tua; *Bambusa vulgaris*.
- x. Bambu uncue bambu yg tingginya mencapai 6 m, bergaris tengah 2-3 cm, berwarna hijau kekuning-kuningan, banyak terdapat di Kebun Raya Cibodas, Jawa Barat; *Phyllostachys aurea*.

Bambu memiliki kekuatan yang dapat dipersaingkan dengan baja. Karena kelenturan dan kekuatannya yang tinggi, struktur bambu juga merupakan bangunan tahan gempa. Sayangnya, selama ini kekuatan bambu belum diimbangi dengan teknik sambungan yang kuat. Bekerjasama dengan Prof. Morisco, Teman-teman dari Sahabat Bambu mengaplikasikan konstruksi dengan teknik sambungan yang telah teruji kekuatannya di laboratorium dan di lapangan. Berbagai bangunan sekolah, rumah tinggal, gazebo, dan gudang telah didirikan. Paduan antara kekuatan, kejelian arsitek, dan kemampuan bahan pengawet menghasilkan konstruksi yang kuat, tahan gempa, indah, dan awet hingga puluhan tahun. Sahabat Bambu siap melayani Anda yang menginginkan bangunan bambu berkualitas, baik skala kecil maupun besar.

Kunci utama keawetan bangunan bambu adalah kombinasi dari pengawetan dan desain bangunan itu sendiri. Pengawetan melindungi bangunan bambu dari musuh biologis yakni kumbang bubuk, rayap dan jamur. Sedangkan desain bambu juga haruslah bersahabat dengan bahan bambu dan mampu melindungi bambu dari kelembaban, air hujan serta panas matahari terik yang dapat merusak fisik bambu.

Beberapa jenis bambu yang paling sering digunakan untuk bangunan bambu adalah:

- 1) Bambu petung/betung (*Dendrocalamus asper*). Bambu ini tumbuh subur di hampir semua pulau besar di Indonesia. Memiliki dinding yang tebal dan kokoh serta diameter yang dapat mencapai lebih dari 20 cm. Dapat tumbuh hingga lebih 25 meter. Bambu petung banyak digunakan untuk tiang atau penyangga bangunan. Juga sering di belah untuk

keperluan reng/usuk bangunan. Bambu petung yang paling umum ada dua jenis yakni petung hijau dan petung hitam.

- 2) Bambu hitam atau bambu wulung (*Gigantochloa atrovioleacea*). Banyak tumbuh di Jawa dan Sumatra. Jenis bambu ini dapat mencapai diameter hingga 14 cm dan tinggi lebih dari 20 meter. Banyak digunakan sebagai bahan bangunan dan perabot bambu karena relatif lebih tahan terhadap hama.
- 3) Bambu apus atau tali (*Gigantochloa apus*). Jenis ini banyak digunakan sebagai komponen atap dan dinding pada bangunan. Diameter antara 4 hingga 10 cm. Juga sangat cocok untuk mebel dan kerajinan tangan.



Gambar: Pohon bambu



Gambar: Bambu untuk bangunan.



Gambar: Bambu untuk bangunan.

B. Manfaat Bambu

Hampir setiap hari, setiap orang telah diberi banyak peringatan mengenai efek merusak yang telah kita lakukan terhadap lingkungan sekitar dan bumi. Mulai dari pemanasan global, deforestasi besar-besaran, hingga populasi manusia berlebih, menjadi penyebab dalam penipisan sumber daya alam di muka bumi. Orang-orang mengambil lebih dari apa yang bisa diperbaharui dan keseimbangan ekosistem harus dikorbankan. Kini kita dapat berharap pada salah satu solusi terbaik dari semua masalah ini:

1. Bambu adalah Penyerap karbon yang baik. Bambu menyerap karbon dioksida dan melepaskan oksigen 30% lebih banyak ke atmosfer dibandingkan dengan pohon-pohon pada umumnya. Hal ini membuat bambu sangat baik untuk menyerap gas rumah kaca dan memproduksi lebih banyak oksigen bersih dan segar.
2. Bambu Tumbuh dengan sangat cepat. Beberapa spesies bambu tercatat dapat tumbuh setinggi lebih dari 90cm dalam sehari! Sekitar 3.8cm dalam satu jam! Tidak ada tanaman lain di bumi bisa melakukan ini!. Bambu dapat mencapai kedewasaan penuh dalam 1 sampai 5 tahun (bergantung dari

spesies). Pohon kayu keras dapat membutuhkan waktu 30 sampai 40 tahun untuk dewasa. Hal ini menjadikan bambu sebagai satu-satunya tanaman berkayu yang dapat mengimbangi tingkat konsumsi manusia dan deforestasi.

3. Regenerasi bambu yang cepat. Ketika bambu dipanen, maka akan terus tumbuh tunas-tunas baru dari sistem perakarannya yang menakjubkan. Bambu tidak memerlukan bahan kimia, pestisida atau pupuk untuk tumbuh dan berkembang. Daun-daun yang terjatuh memberikan nutrisi yang diperlukan agar bisa didaur ulang kembali ke dalam tanah. Setiap bagian dari tanaman dapat dimanfaatkan dalam banyak cara dengan limbah yang tergolong sedikit. Setelah material dari bambu mencapai batas ketahanannya, limbahnya dapat didaur ulang kembali ke dalam tanah.
4. Bambu mencegah terjadinya erosi. Setelah hutan kayu keras habis ditebangi, humus di bagian tanah atas akan mudah terkikis dan akhirnya ikut hanyut terbawa aliran sungai yang sangat membahayakan satwa-satwa liar. Namun hal ini tidak berlaku bagi bambu, karena sistem perakaran bambu akan terus tumbuh bahkan setelah pemanenan. Tunas baru akan muncul dan akar bambu masih mampu menjaga kestabilan tanah dan mempertahankan nutrisi yang ada.
5. Bambu dapat tumbuh dalam berbagai kondisi. Bambu memiliki daya tahan yang kuat dan dapat tumbuh di segala macam kondisi iklim dan jenis tanah dimana tanaman lain gagal tumbuh.
6. Fleksibilitas bambu sebagai material yang kuat. Kekuatan tarik bambu adalah salah satu fenomena paling menarik dari fakta alam. Kekuatan tarik baja 24.000 Psi. Kekuatan tarik bambu sekitar 28.000 Psi. Bambu memiliki unsur intrinsik yang kuat dalam struktur molekulnya dan telah digunakan sebagai bahan bangunan selama ribuan tahun. Bambu dapat menggantikan penggunaan kayu untuk aplikasi apapun. Mulai dari lantai kayu, furnitur, peralatan, perkakas, frame sepeda, casing handphone dan lain-lain.
7. Bambu ternyata anti bakteri. Bambu mengandung bio-agen alami yang dikenal sebagai Kun Bambu yang bertindak sebagai zat anti-bakteri. Zat ini sangat efektif untuk menghambat dan mencegah lebih dari 70% bakteri yang mencoba untuk tumbuh di atasnya, bisa dalam bentuk alami atau kain.

Bambu tidak memerlukan pestisida atau pupuk kimia untuk pertumbuhan yang sehat. Sehingga tak heran bila bambu jarang terserang hama atau terinfeksi oleh patogen berkat hasil kerja dari Kun Bambu.

8. Bambu dapat menghilangkan bau tak sedap. Arang bambu sangatlah berpori dan dapat menyerap sejumlah besar bakteri yang menyebabkan bau. Arang bambu juga dapat digunakan untuk menyaring bahan kimia berbahaya dalam air. Bahkan banyak benda-benda disekitar kita seperti sol sepatu bambu, deodoran bambu, bambu seprai, linen bambu, kaus kaki bambu, kemeja bambu dan bahkan arang bambu dapat ditempatkan dalam tas olahraga Anda atau lemari. Arang bambu dapat menghilangkan kebutuhan akan aroma parfum kimia yang digunakan untuk menutupi bau tak sedap. Pengharum bambu merupakan alternatif yang sangat bagus bagi orang-orang yang alergi terhadap aroma parfum kimia.
9. Serat bambu dapat mempertahankan suhu. Karakteristik isolasi dari serat bambu membuatnya sangat bermanfaat untuk mempertahankan suhu tubuh penggunaannya. Kain dari serat bambu akan mendinginkan suhu tubuh orang yang memakainya ketika sedang terasa panas dan membuat orang-orang hangat ketika udara terasa dingin.
10. Rebung sebagai makanan. Rebung telah menjadi sumber makanan pokok selama ribuan tahun, terutama di Asia. Tunas bambu adalah bahan makanan yang rendah lemak, rendah kalori serta rendah kolesterol. Rebung juga merupakan sumber serat dan potasium yang sangat baik. Satu porsi rebung menyediakan 10% nutrisi dari asupan nutrisi harian yang disarankan. Kerenyahan rebung dapat dihidangkan dalam sup favorit Anda, salad atau sebagai pelengkap masakan utama Anda.

Kehidupan masyarakat desa, bambu sangat dekat dan dibutuhkan untuk berbagai kebutuhan masyarakat desa mulai lahir (untuk memotong pusar bayi dan sunatan) sampai meninggal (kremasi jenazah). Aktifitas kehidupan sehari-haripun tak luput dari pemanfaatan bambu sebagai bahan makanan (rebung), pembungkus makanan (daun), makanan ternak (pucuk muda), sapu lidi, kerajinan untuk kebutuhan rumah tangga, cinderamata dan mebeuler, industri (pulp dan kertas), konstruksi (jembatan, bangunan rumah, tiang, sekat, dinding, atap dan penyanggah), bahan bakar dan untuk upacara adat.

Manfaat lain dari bambu yaitu memiliki keunggulan untuk memperbaiki sumber tangkapan air yang sangat baik, sehingga mampu meningkatkan aliran air bawah tanah secara nyata. Selain itu bambu merupakan tanaman yang mudah ditanam, tidak membutuhkan perawatan khusus, dapat tumbuh pada semua jenis tanah (baik lahan basah/kering), tidak membutuhkan investasi besar, pertumbuhannya cepat, setelah tanaman mantap (3 – 5 tahun) dapat di panen setiap tahun tanpa merusak rumpun dan memiliki toleransi tinggi terhadap gangguan alam dan kebakaran,. Bambu juga memiliki kemampuan peredam suara yang baik dan menghasilkan banyak oksigen sehingga dapat ditanam di pusat pemukiman dan pembatas jalan raya.

Memperhatikan manfaat bamboo, beberapa Negara asia diantaranya china telah menggunakannya bambu sebagai tanaman utama konservasi alam selain untuk memperbaiki dan meningkat sumber tangkapan air, sehingga mampu meningkatkan aliran air bawah tanah juga pertimbangan budaya dan meningkatkan ekonomi masyarakat melalui aneka kerajinan serta kebutuhan konstruksi.

Masyarakat Bali Desa Pakraman Angseri telah sukses menggunakan Bambu sebagai tanaman hutan rakyat seluas 12 ha, ternyata telah membantu menjaga dan memulihkan aliran air bawah tanah dan mata air panas, meningkatkan pendapatan masyarakat sekitar hutan bamboo untuk usaha kerajinan serta menunjang kehidupan komunitas kera untuk dijadikan sebagai tempat wisata (Sumatera dan Peneng, 2005).

Bambu Center Pusat Study Ilmu Teknik UGM melalui program Magister Teknologi Bahan Bangunan dan Perhimpunan pecinta Bambu Indonesia (Perbindo) Yogyakarta, telah melakukan berbagai penelitian untuk memanfaatkan bamboo dalam konstruksi bangunan bagi wilayah-wilayah rawan gempa dan bencana alam. Selain itu telah dilakukan pula pemanfaatan teknologi pengolahan bamboo melalui metoda pengawetan untuk meningkatkan nilai pakai bamboo, membuat balok bambu untuk tiang bangunan dan kuda-kuda, papan laminasi, papan panel dan atap bamboo.

Manfaat bamboo dalam teknologi sangat menjanjikan, memiliki peluang industri dengan investasi kecil, penggunaan teknologi pengolahan sederhana dan siklus panen bamboo sangat pendek dan berkesinambungan. Konservasi alam sangat idealis dan ngetrend diperbincangkan saat orang berbicara seputar kualitas lingkungan dan polusi.

Idealisme inipun sangat gencar disuarakan pencinta alam dan lingkungan hidup. Namun tidak semudah membalikkan telapak tangan karena membutuhkan pertimbangan yang terkadang sangat birokratis dan dilematis.

Banyak konsep dan terobosan untuk mengatasi dan memelihara lingkungan telah diketahui, namun kenapa sulit dan apa kesulitannya, seolah berada dalam suatu lingkaran yang sulit memperoleh ujung dan pangkalnya untuk keluar dari permasalahan yang dihadapi. Kita sadari, konservasi alam dalam rangka pemulihan hutan dan fungsi-fungsi hutan terhadap lahan-lahan kritis berbasis tanaman kayu sangat mahal dan membutuhkan perawatan dan waktu panjang. Walaupun kita sadari pemerintah telah berupaya membuat berbagai cara untuk memulihkan kembali fungsi hutan pada lahan terbuka, lahan tidur dan lahan kritis untuk kepentingan masyarakat melalui program hutan kemasyarakatan yang berbasis swadaya masyarakat, namun masih memiliki banyak kendala pengelolaannya.

Data CIFOR telah memperkirakan hutan Indonesia sekitar 3,8 juta ha setiap tahun musnah akibat penebangan. Memperhatikan kondisi demikian, berarti pemerintah perlu melakukan kebijakan jangka pendek untuk menyelamatkan sumber daya alam hutan serta menjaga keseimbangan ekosistem, ekologi hutan dan plasma nuftah serta mengatasi kekeringan dan kerusakan habitat sumber daya alam yang ada. Langkah bijaksana yang dapat diambil dalam jangka waktu pendek terutama untuk melindungi DAS adalah dengan menggunakan bamboo sebagai tanaman reboisasi. Pertimbangan menggunakan bamboo sebagai tanaman untuk penghijauan karena memiliki pertumbuhan sangat cepat, investasi kecil, tidak membutuhkan perawatan khusus, dalam usia 3 – 5 tahun telah memperoleh pertumbuhan mantap dan dapat dipanen setiap tahun. Selain itu dapat dilakukan penanaman campuran secara silang dengan tanaman berkayu (pohon) untuk tujuan pemulihan fungsi hutan kembali dalam jangka pendek.

Utthan centre dalam upaya konservasi pada lahan bekas penambangan batu di India melakukan penanaman hutan bamboo seluas 106 ha, ternyata dalam waktu 4 tahun permukaan air bawah tanah meningkat 6,3 meter dan seluruh areal penanaman menghijau serta memberi pekerjaan kepada sekitar 80% penduduk setempat dan menambah pendapatan masyarakat melalui industri kerajinan bamboo. (Tewari, 1980 dalam Garland 2004)

Hasil studi Akademi Beijing dan Xu Xiaoging, melakukan inventarisasi dan perencanaan hutan dengan melakukan studi banding hutan pinus dan bamboo pada DAS ternyata bamboo menambah 240% air bawah tanah lebih besar dibandingkan hutan pinus. (Bareis, 1998, dalam Garland 2004))

Bamboo sebagai pilihan utama untuk reboisasi pada daerah aliran sungai terutama lokasi sumber tangkapan air, karena memiliki kemampuan mempengaruhi retensi air dalam lapisan topsoil yang mampu meningkatkan aliran air bawah tanah sangat nyata. China selain pertimbangan nilai konservasi menanam hutan bamboo untuk kepentingan sumber air dan irigasi terdapat perhitungan ekonomis yang memiliki nilai komersial tinggi, didukung nilai adat dan budaya telah melakukan penanaman hutan bambu seluas 4,3 juta ha yang mampu menghasilkan bambu sebanyak 14,2 juta ton/tahun. Kondisi hutan bamboo di China telah mencapai 3 % dari total hutan dan telah berhasil memberi kontribusi sekitar 25% dari total ekspor sebesar US \$ 2,8 milyar (SFA, 1999, dalam Garland, 2004).

Suksesnya penanaman bamboo di Negara Asia lainnya, telah memberikan dorongan strategi Indonesia untuk melakukan gebrakan secara nasional untuk menyelamatkan sumber daya alam hutan khususnya daerah aliran sungai dan sumber tangkapan air dalam jangka pendek, sehingga ancaman kekeringan yang diprediksi dengan efek pemanasan global ke depan dapat diatasi dengan menggunakan bamboo sebagai tumbuhan yang perlu mendapat perhatian untuk reboisasi. Bambu dan manfaatnya sudah diperkenalkan di Indonesia sejak tahun 1995, namun pertimbangan eksploitasi kayu lebih mendapat perhatian utama karena memiliki nilai komersial diperhitungkan lebih tinggi dari bamboo.

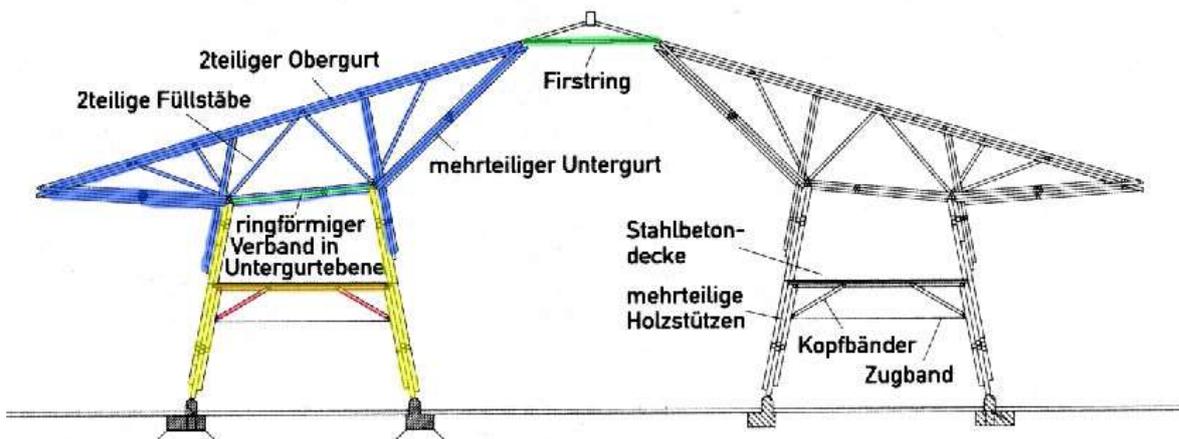
C. Konstruksi

Bambu pada umumnya telah dikenal masyarakat luas dan dalam konstruksi tidak disadari masyarakat lebih memilih bamboo, seperti untuk tiang penyanggah gedung bertingkat apabila dalam pembangunan/pegecatan, karena mudah diperoleh, murah dan ukuran lebih panjang dengan kekuatan yang mampu menjamin kekokohan penyanggah. Bambu memiliki keawetan yang sangat rendah, mudah diserang mikroorganisme dan

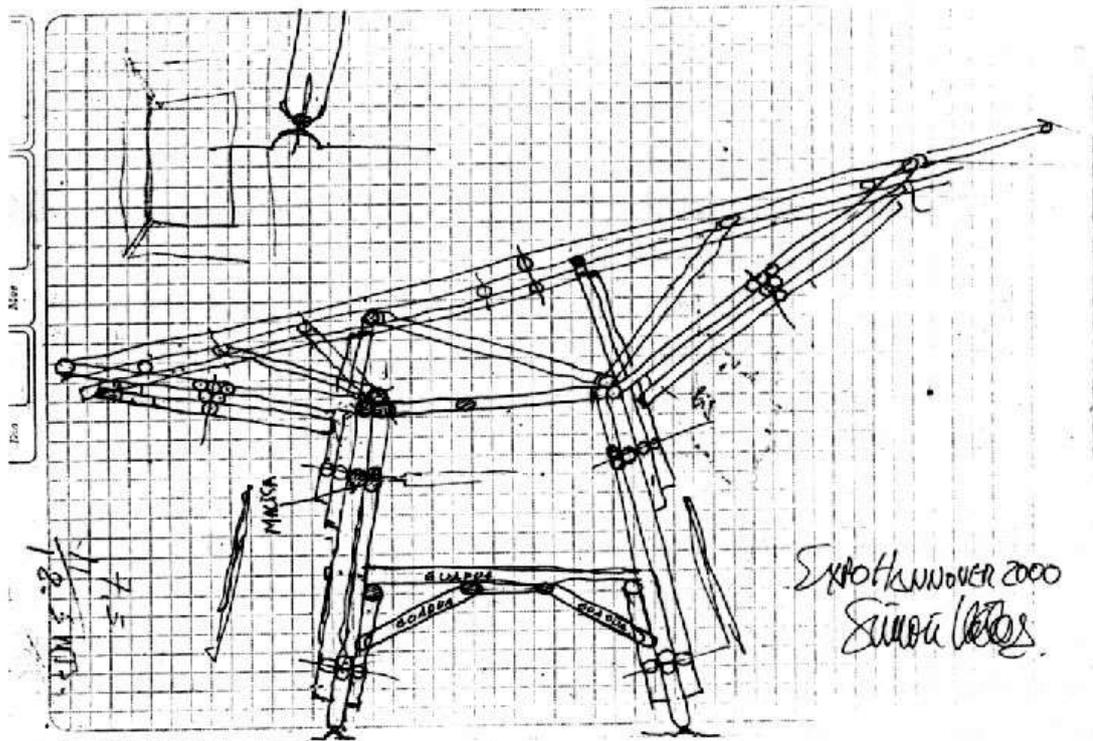
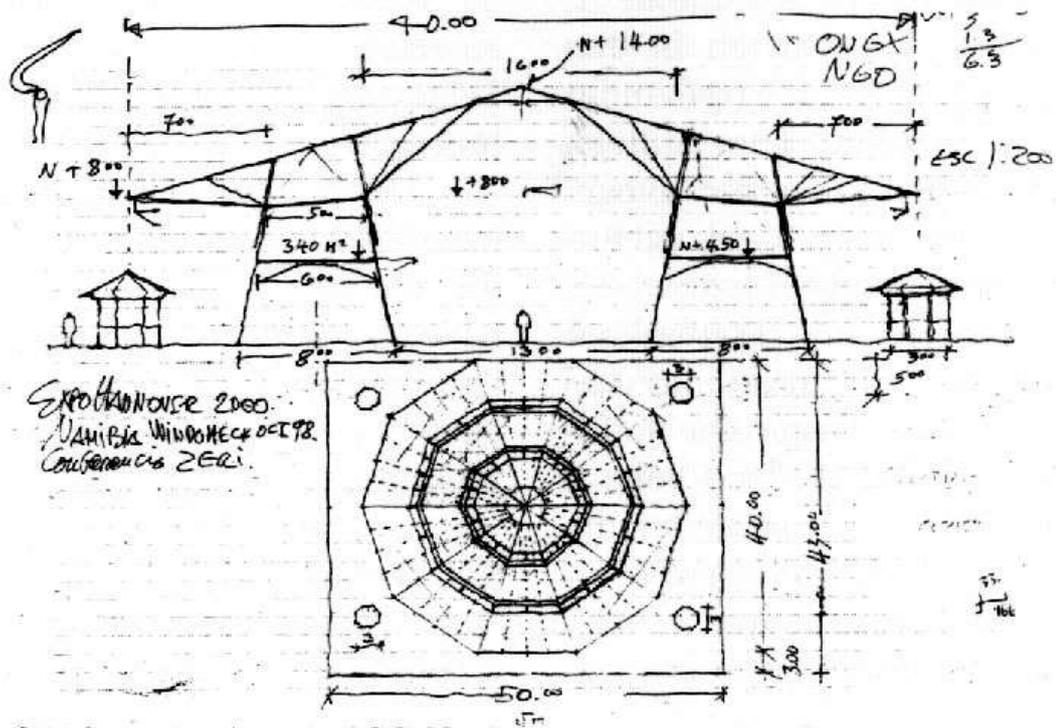
serangga sehingga untuk penggunaan jangka panjang orang tidak memilih bamboo. Memperhatikan manfaat dan kekuatan bamboo, telah diupaya langkah pengawetan untuk meningkatkan nilai pakai bamboo sehingga mampu dipakai untuk waktu lama.

Tanpa pengawetan di tempat terbuka bamboo hanya dapat digunakan 1 – 3 tahun, apabila dibawah naungan/terlindung 4 – 7 tahun, dan pada kondisi ideal dapat digunakan 10 – 15 tahun, apabila dengan pengawetan dapat digunakan lebih dari 15 tahun (Liese, 1980 dalam Morisco 2005) Bamboo center Pusat Study Ilmu Teknik UGM melalui program Magister Teknologi Bahan Bangunan dan Perhimpunan pecinta Bamboo Indonesia (PERBINDO) Yogyakarta, telah melakukan berbagai penelitian tentang pemanfaatan bamboo bagi konstruksi bangunan tahan gempa, serta rancangan perumahan rumah sangat sederhana yang menggunakan bahan bamboo untuk tiang, dinding, kuda-kuda dan atap.

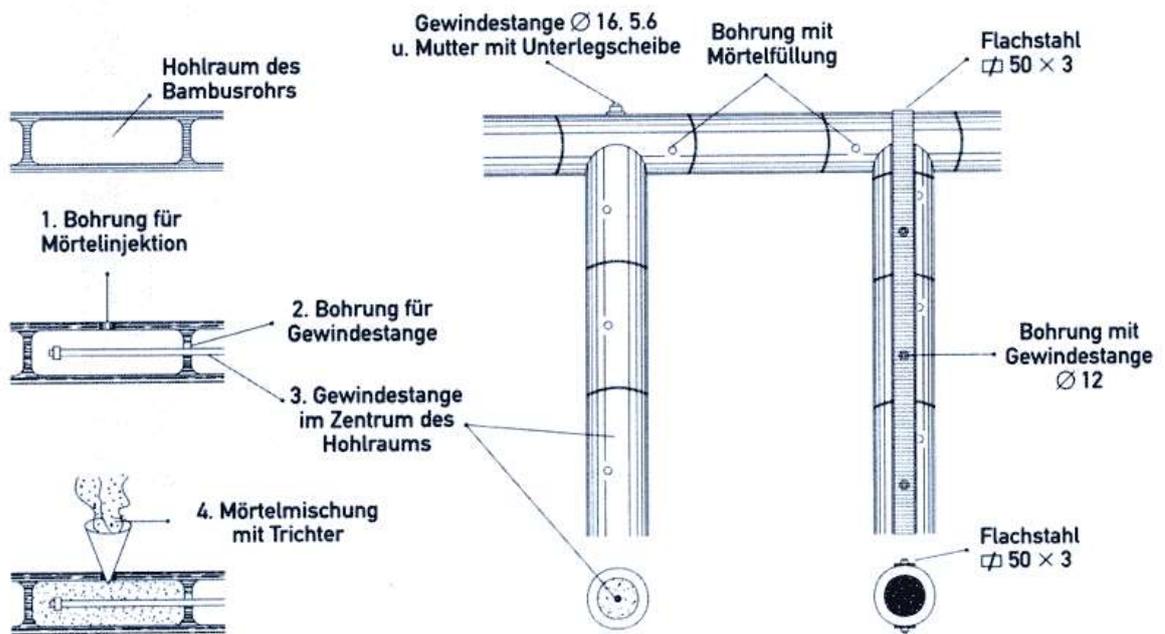
Konstruksi bangunan yang menggunakan bamboo telah digunakan turun temurun oleh masyarakat adat Toraja, rumah tongkonan dengan menggunakan bamboo sebagai konstruksi penutup atap dan penyanggah sangat baik untuk sirkulasi udara dan memiliki nilai arsitektur tinggi serta nilai adat yang khas. Penggunaan bamboo untuk tujuan konstruksi bangunan jangka panjang sebaiknya dilakukan pengawetan lebih awal, agar bamboo yang digunakan memiliki nilai pakai yang dapat menjamin waktu pakai lama.



Gambar: Bamboo untuk bangunan.



Gambar: Bambu untuk bangunan.



Gambar: Bambu untuk bangunan.



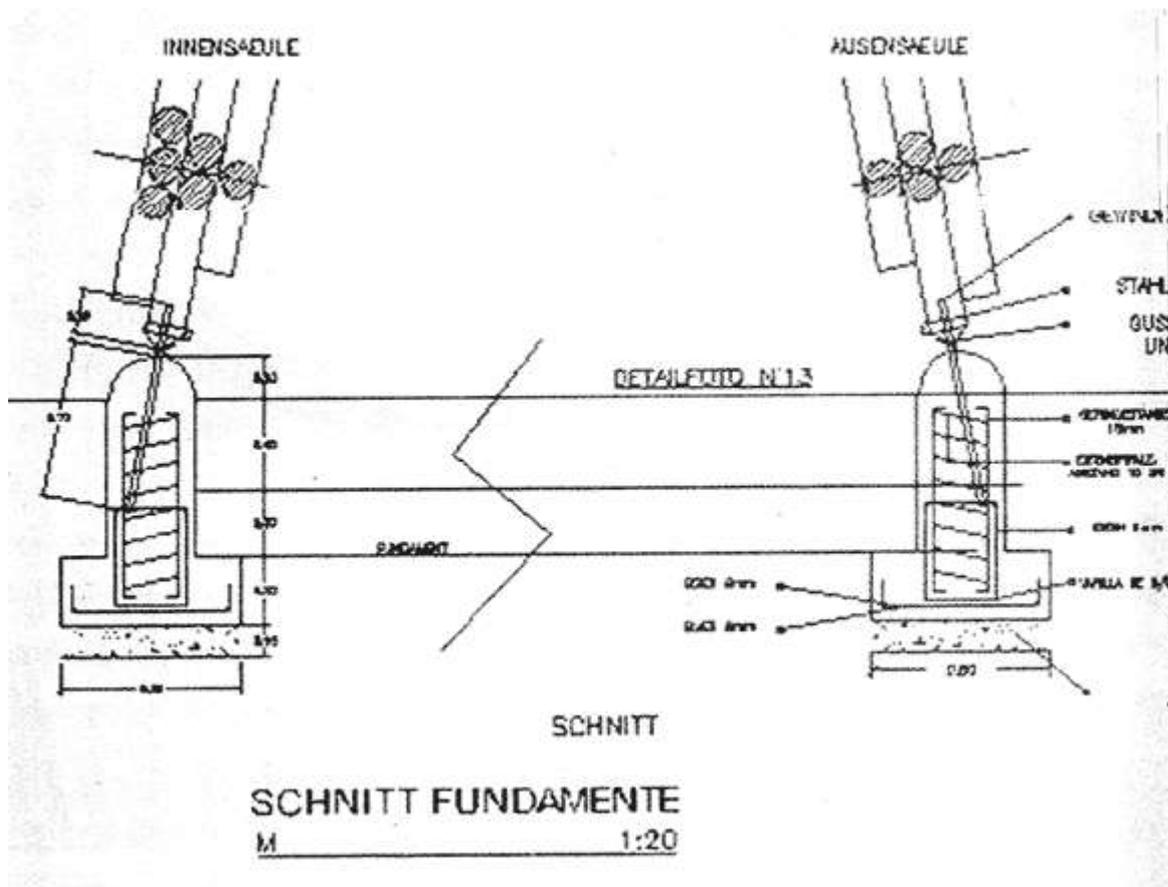
Gambar: Bambu untuk bangunan.



Gambar: Bambu untuk bangunan.



Gambar: Bambu untuk bangunan.



Gambar: Bambu untuk bangunan.

Mengenal bamboo dan manfaatnya melalui uraian singkat diatas diharapkan dapat merupakan wacana dalam kebijakan pemerintah daerah maupun instansi terkait untuk mengambil manfaat sesuai konteks kebijakan dalam rangka melindungi dan merehabilitasi kawasan hutan dalam waktu pendek untuk tujuan konservasi, khususnya pada wilayah DAS yang sangat rawan banjir dan wilayah sumber tangkapan air untuk meningkatkan aliran air bawah tanah berkaitan dengan kebutuhan air bersih masyarakat dan pada hutan terbuka/gundul akibat pola usaha pertanian.

Green architecture (arsitektur hijau), *green environments*, entah terkait dengan isu pemanasan global maupun persoalan krisis, akan berkembang,” tutur Pon S. Puradjatnika. Kreativitas ini misalnya bisa diarahkan dalam pemilihan metoda maupun bahan bangunan alternatif yang sarat muatan lokal dan murah. Ia mencontohkan bahan campuran jerami yang bisa menggantikan fungsi batu dan bambu sebagai bahan konstruksi.

Penelitian bahan-bahan alternatif ini telah dilakukan Pusat Penelitian dan Pengembangan Konstruksi. “Selama ini, di Jabar, bambu ini kan melimpah. Tetapi, masih terkesampingkan. Hanya digunakan di bangunan-bangunan tradisional atau terbatas pada restoran,” ujarnya. Padahal, berdasarkan pengamatannya, bahan dari bambu ini cukup kuat untuk menjadi penunjang bangunan berlantai empat sekalipun.

Bambu juga bisa dibuat untuk bahan kerajinan. Produk kerajinan berbasis bamboo adalah keawetan bamboo yang rendah, sehingga untuk meningkatkan nilai pakai dan kualitas produk, telah dilakukan pengawetan bamboo sebelum dimanfaatkan. Aneka bentuk kerajinan mulai dari kebutuhan rumah tangga, cinderamata, perdagangan dan industri telah banyak diperkenalkan di pasaran.

Pengembangan wirausaha Indonesia terus digerakan dan telah mendapat perhatian banyak kalangan diluar Maluku dengan fokus pola usaha kerajinan tangan. Salah satu bahan baku yang melimpah ruah, murah dan mudah diperoleh adalah bamboo, sehingga tidak merupakan kendala dan bahkan industri kerajinan tangan diluar Maluku memiliki nilai persaingan yang tinggi. Akibatnya para wirausaha kerajinan berusaha bersaing untuk meningkatkan kualitas, penampilan dan manfaat produk barang yang dihasilkan agar dapat diserap oleh pasar dalam dan luar negeri.

BAB V

BAJA

A. Definisi Baja

Sesuai dengan firman Allah dalam Al Qur'an pada surat Al Hadid, yang kurang lebih menerangkan dan Allah ciptakan besi yang terdapat kekuatan hebat dengan berbagai manfaat yang hebat (57 ayat 55). Baja adalah seluruh macam yang sudah dapat ditempa tanpa ada pekerjaan awal. Baja adalah bahan yang homogenitasnya tinggi terutama dari bahan Fe dalam bentuk kristal dan C. Sudah kita rasakan kekuatan dan kehebatan juga manfaat dari besi. Seiring dengan kelangkaan kayu maka saat ini ada fenomena menggunakan produk al hadid (besi) dipergunakan didalam konstruksi rumah tinggal.

Cara pembuatan baja dilakukan dengan berbagai macam cara, secara singkat sebagai berikut:

1. Proses dapur tinggi adalah proses pembuatan dengan bahan bijih besi (*iron ore*) yaitu campuran Fe dan O yang dimasukkan dalam dapur corong yang suhunya 600-800 °C. Selain bijih besi masih ada besi mentah terdiri dari berbagai yaitu: a. Besi mentah Putih, b. Besi mentah kelabu, c. Besi mentah antara.
2. Proses Bessemer (1856) Dapur cerobang seperti per yang dinamakan konverter dan sebelah dalam berlapis bahan asam.
3. Proses Thomas (1879) Lapisan dalamnya mengandung basa.
4. Proses Martin didalam cerobang diberi gas panas.
5. Proses aduk (*Puddle*) 1784 besi tempa yang dilumerkan dengan suhu tinggi yang meleleh.

B. Sifat-sifat Baja

Sifat sifat baja ini sangat dipengaruhi kandungan unsur didalamnya. Sifat baja sangat dipengaruhi juga oleh:

1. Cara meleburnya.
2. Macam dan banyaknya logam campuran.
3. Proses yang digunakan saat pembuatan baja.

Harus dimengerti, bahwa penggunaan bahan untuk konstruksi perlu pemahaman khusus tentang bahan. Setiap bahan mempunyai kelebihan dan kekurangannya. Seperti halnya besi juga mempunyai kelebihan dan kekurangan. Sifat-sifat baja yang perlu dimengerti sebagai berikut:

- **Kekuatan tinggi**

Baja bisa diproduksi dengan berbagai kekuatan yang bias dinyatakan dengan kekuatan tekan lelehnya σ_y atau tegangan tarik batas σ_n . Bahan konstruksi dari baja walaupun dari jenis yang paling rendah kekuatannya, tetap mempunyai perbandingan kekuatan per volumenya lebih tinggi dibanding dengan bahan bangunan lainnya yang umum dipakai. Fenomena ini bias dimengerti karena baja mendapatkan beban sendiri yang ringan dibandingkan dengan kekuatan yang dapat ditanggung.

- **Kemudahan pemasangan**

Semua tenaga dapat mengerjakannya dan tidak perlu keahlian khusus didalam merangkai baja. Bahan baku tersedia banyak dipasaran dengan pola dan dimensi yang beraneka ragam juga ukuran seragam. Bentuk yang bervariasi memungkinkan untuk ditempatkan pada konstruksi yang sulit.

- **Keseragaman**

Sifat baja dalam kegunaan struktur sangat maksimal dari segi dimensi, dari segi prediksi yang akan terjadi, dari segi bahan penyusun. Sehingga dapat dihindari pemborosan. Mengingat semua yang akan terjadi dapat diprediksi dengan mendekati kebenaran.

- **Daktilitas**

Sifat baja dapat mengalami deformasi yang besar akibat pengaruh tegangan tarik yang tinggi tanpa hancur dan putus yang disebut daktilitas. Sifat ini sangat menguntungkan sekali untuk faktor keamanan. Mengingat baja mempunyai daktilitas sehingga apabila akan roboh mempunyai tanda-tanda kerobohan, sehingga penghuni dapat menyelamatkan diri.

- **Keteguhan (*Solidity*)**

Baja mampu menahan gaya yang bekerja tarik, tekan, lentur. Sehingga baja mempunyai keteguhan atau solet dalam konstruksi

- **Kemungkinan ditempa (*malleability*)**

Sifat merah pijar lembek yang menjadi keras kaku. Sehingga memungkinkan untuk dibentuk menjadi berbagai macam sesuai dengan kebutuhan.

- ***Elasticity***

Baja mampu menahan kekuatan tertentu setelah pembebanan diiadakan dan akan kembali kepada bentuk semula.

- ***Hardness***

Baja mempunyai sifat keras sehingga susah untuk dimasuki benda lain. Sehingga baja ini sangat solid sekali.

Selain dari beberapa uraian diatas ada beberapa sifat keuntungan dan kelemahan yang harus dipahami. Adapun keuntungan sifat dari bahan konstruksi baja sebagai berikut:

1. Proses pemasangan dilapangan relatif cepat, memerlukan waktu yang sedikit.
2. Penyambungan baja dapat menggunakan beberapa metode.
3. Komponen struktur yang tidak dipakai dapat digunakan lagi.
4. Komponen yang sudah tidak dapat digunakan mempunyai nilai ekonomis.
5. Struktur yang dihasilkan bersifat permanen dan memerlukan pemeliharaan yang sederhana, mudah dan murah dibanding dengan bahan konstruksi lainnya.

Kelemahan sifat dari bahan konstruksi baja sebagai berikut:

1. Tidak tahan terhadap panas, api sehingga penggunaan dihindari daerah api dan panas yang tinggi.
2. Tidak tahan karat, sehingga penggunaannya harus dijauhkan dari penyebab karat.
3. Tidak mampu menahan arah horizontal yang tinggi seperti kemampuan menahan tekuk.

Dari beberapa fonomena yang ada maka perlu diperhatikan kelemahan baja yaitu api (panas), air (korosif). Sehingga untuk penggunaan yang paling sederhana harus diperhatikan masalah korosif dan panas. Sebagai persyaratan untuk daerah korosif baja perlu dilapisi beton minimal 4 cm untuk daerah yang tertanam ditanah dan minimal 2 cm untuk daerah diluar tanah. Ketentuan lain diperhitungkan lebih mendetail semisal daerah laut.

Beberapa pengaruh komponen penyusun baja terhadap sifat mekanis dan kemudahan dalam pengelasan, diuraikan sebagai berikut:

1. Karbon (C) adalah komponen kimia pokok yang menentukan sifat baja. Sehingga semakin banyak kadar karbon didalam baja semakin besar kemampuan kuat tariknya. Tegangan leleh meningkat akan tetapi baja akan bersifat semakin getas. Karbon semakin banyak akan menyulitkan pengelasannya.
2. Mangan (Mn) Meningkatkan kekuatan dan kekerasan baja dan sedikit menurunkan perpanjangan, melawan kegetasan yang ditimbulkan oleh sulfur.
3. Silikon (Si) meningkatkan tegangan leleh, tetapi mengakibatkan kegetasan jika kadar terlalu tinggi (2% atau lebih).
4. Fosfor (P) dan Sulfur (S) meningkatkan kegetasan baja sesuai dengan peningkatan kadarnya, keduanya cenderung memisahkan keluar (*segregate*) dari baja

Baja dengan penyusun dan sifat-sifat unsure yang ada perlu difahami. Hal ini sangat diperlukan untuk perhitungan struktur dan cara penyambungannya. Juga baja tersebut mempunyai tegangan sisa yang potensial.

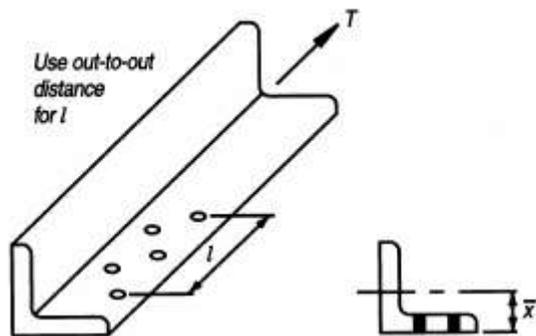
Tegangan sisa tidak berpengaruh pada elemen struktur. Pada analisis plastis, hasil pada batang tarik, batang tekan yang pendek (*stocky columns*) maupun batang lentur pada elemen tekan tegangan sisanya dapat mengakibatkan *premature buckling*. Menurut Morisco (1986) bahwa tegangan sisa terdistribusi linier dengan tegangan sisa ekstrim 30 persen dari tegangan leleh, hanya menimbulkan penurunan kapasitas batang tekan dari profil WF sebesar 0 sampai dengan 4 persen.

Baja yang biasanya untuk struktur rangka (*frame*) adalah jenis baja carbon (*carbon steel*) dengan kuat tarik 400Mpa. Baja dengan kuat tarik 500Mpa -1000Mpa disebut baja berkekuatan tinggi (High Strength steel). Baja dengan kekuatan tinggi dengan kuat tarik 500-600 Mpa dibuat dengan penambahan *alloy* disertai dengan perlakuan panas (*heat treatment*)

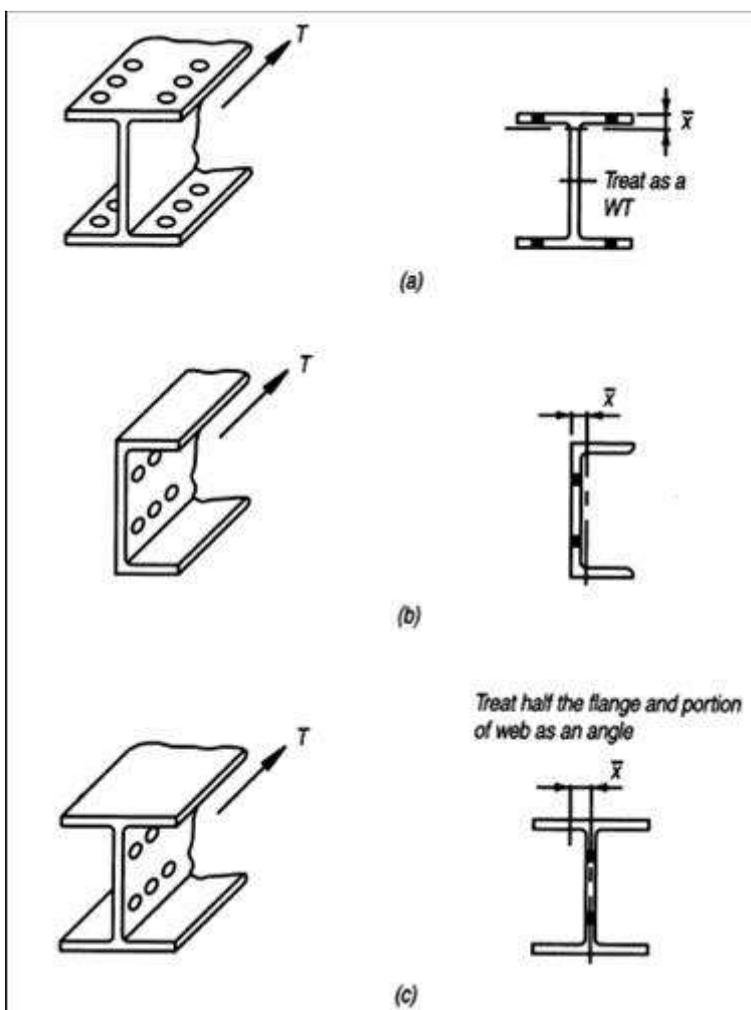
Baja yang dihasilkan pabrik selain berkekuatan tinggi dan mudah dalam penyambungannya. Penyambungan harus diperhatikan dan diperhitungkan secara cermat sesuai dengan sifat kelebihan dan kekurangan baja. Hasil baja dari pabrik sebagai berikut:

1. Besi tulangan
2. Baja Profil
3. Roof

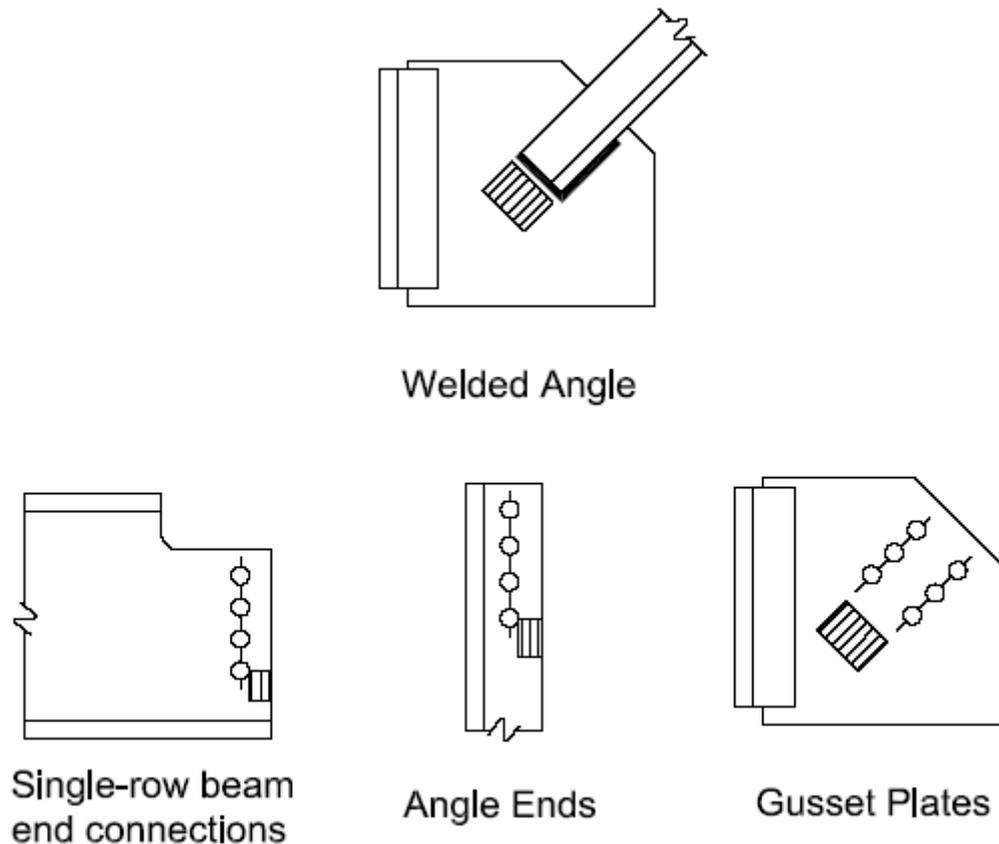
Batang-batang struktur baik kolom maupun balok harus memiliki kekuatan, kekakuan dan ketahanan yang cukup sehingga dapat berfungsi selama umurlayanan struktur tersebut. Dalam mendesain batang tarik yaitu balok baja harus memberikan keamanan dan menyediakan cadangan kekuatan yang diperlukan untuk menanggung beban layanan, yakni balok harus memiliki kemampuan terhadap kemungkinan kelebihan beban (*overload*) atau kekurangan kekuatan (*understrength*). Kelebihan beban dapat terjadi akibat perubahan fungsi balok, terlalu rendahnya taksiran atas efek-efek beban karena penyederhanaan yang berlebihan dalam analisis strukturalnya, dan akibat variasi-variasi dalam prosedur konstruksinya. Dewasa ini perkembangan dan desain struktur baja telah bergeser menuju prosedur desain yang lebih rasional dan berdasarkan konsep probabilitas. Konsep desain ini pertama kali diadopsi oleh *American Institute of Steel Construction (AISC)*. Desain ini memberikan keamanan struktur yang menjamin penghematan secara menyeluruh dengan memperhatikan variabel-variabel desain yaitu faktor beban dan ketahanan struktur, dengan menggunakan kriteria desain secara probabilistik (AISC 1986a). Metode ini dikenal dengan desain Faktor Beban dan Tahanan (*Load and Resistance Factor Design*) atau metode LRFD, namun di Indonesia kebanyakan desain masih dilakukan dengan desain tegangan ijin, *Allowable Stress Design* (metode ASD). Metode ASD menitik beratkan pada beban layanan (beban kerja) dan tegangan yang dihitung secara elastik dengan cara membandingkan tegangan terhadap harga batas yang diijinkan (Salmon *et al*, 1992). Rasionalitas metode LRFD selalu menarik perhatian, dan menjadi suatu perangsang yang menjanjikan penggunaan bahan yang lebih ekonomis dan lebih baik untuk beberapa kombinasi beban dan konfigurasi struktural. Metode LRFD juga cenderung memberikan struktur yang lebih aman bila dibandingkan dengan metode ASD dalam mengkombinasikan beban-beban hidup dan beban mati (Beedle 1986). Meskipun metode LRFD mampu menggusur kedudukan metode ASD, namun para desainer perlu memahami filosofi desain kedua metode tersebut, karena banyak struktur akan tetap didesain dengan metode ASD ataupun untuk mengevaluasi struktur-struktur yang didesain dimasa lalu. Untuk itu Heger (1980) telah memberikan sejumlah pemikiran mengenai kesulitan-kesulitan untuk menjembatani jurang, antara teori statistik dan probabilitas dengan dunia nyata dari struktur sebenarnya.



Gambar: Baja siku



Gambar: Beberapa profil baja



(a) Cases for which $U_{bs} = 1.0$

Gambar: Contoh sambungan baja

C. Korosif dan Pencegahannya

Korosif terjadi pada semua struktur metal dan peralatan industri dalam kehidupan sehari-hari. Dari segi ekonomi kerugian akibat korosi tidak ternilai jika dalam jumlah besar. Jepang hampir menghabiskan dana ribuan billion yen untuk mengatasi korosi.

Pencegahan korosi ada beberapa cara, antara lain:

1. Pencegahan korosi permanent, biasanya pencegahan ini cukup dengan menambah elemen tertentu untuk menambah kekuatan pada korosif contohnya: stainless steel dan weathering steel. Bisa juga dilakukan dengan *electric protection*.
2. Pencegahan korosi sekunder yaitu dengan cara melindungi sementara dari korosi contohnya pengecatan, pemberian minyak, passelin, plastic secara berkala. Bisa juga dengan pelapisan timah, tembaga, zink dan disepuh.

Perlindungan baja yang lain juga perlu dija semisal akibat panas api atau temperature tinggi. Menurut Mato (1990) perkantoran perlu ketahanan api selama 1,5 jam untuk struktur diatas permukaan tanah sedangkan pada bagian bawah tanah harus mampu menahan panas selama 2 jam.

Perlindungan struktur baja dari panas ada beberapa:

1. Melindungi baja dengan menyelubungi beton ringan. Agar beton ringan tidak retak maka perlu dipasang tulangan membujur pada rangka struktur.
2. Pemasangan kawat anyam yang diselubungkan pada baja, kemudian diberi mortar ringan.
3. Pemasangan pelapis dari bahan asbestos, lapisan silicon, *rock wool*.
4. Penyemprotan, metode ini ada dua cara yaitu:
 - Penyemprotan kering (dengan menyemprotkan *asbestos* atau *rock wool*)
 - Penyemprotan basah (dengan menyemprotkan nosel)

BAB VI

BETON

A. Definisi Beton

Beton merupakan campuran beberapa unsur yang menjadi satu kesatuan yang berfungsi menahan gaya tekan. Unsur tersebut adalah Semen, Air, Agregat halus dan Agregat kasar. Beberapa unsur ini berfungsi sesuai dengan fungsinya sendiri-sendiri. Beton merupakan campuran beberapa unsur yang menjadi satu kesatuan yang berfungsi menahan gaya tekan. Unsur tersebut adalah semen, air, agregat halus dan agregat kasar. Beberapa unsur ini berfungsi sesuai dengan fungsinya sendiri-sendiri. Bahan utama dalam pembuatan beton adalah semen.

Beton didefinisikan sebagai bahan yang diperoleh dengan mencampurkan agregat halus, agregat kasar, semen portland dan air tanpa tambahan zat aditif (PBI, 1971). Tetapi belakangan ini definisi dari beton sudah semakin luas, yaitu beton adalah bahan yang terbuat dari berbagai macam tipe semen, agregat dan juga bahan pozzolan, abu terbang, terak dapur tinggi, sulfur, serat dan lain-lain (Neville dan Brooks, 1987).

Dalam perencanaan beton sering dikenal istilah beton konvensional, yaitu beton dengan penggunaan material, teknologi dan peralatan yang masih sederhana. Nilai kuat tekan beton dapat diketahui dari hasil pengujian kuat tekan terhadap benda uji kubus (150 x 150 x 150 mm) yang dibebani dengan gaya tekan dengan kecepatan dan besar tertentu secara bertahap hingga benda uji tersebut hancur.

Menurut Asroni, A (2005), campuran antara air dan semen akan membentuk pasta semen, yang berfungsi sebagai bahan ikat. Sedangkan pasir dan krikil merupakan bahan agregat yang berfungsi sebagai bahan pengisi dan sekaligus sebagai bahan yang diikat oleh pasta semen.



Gambar: Contoh beton



Gambar: Contoh beton

Menurut Nawy (1985:8) beton dihasilkan dari sekumpulan interaksi mekanis dan kimia sejumlah material pembentuknya. DPU-LPMB memberikan definisi tentang beton sebagai campuran antara semen portland atau semen hidrolis yang lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan membentuk massa padat (SK.SNI T-15-1990-03:1).

A.1. Sejarah Beton

Penemuan teknologi beton dimulai dari :

- Aspdin (1824) Penemu Portland Cement;
- J.L Lambot (1850) memperkenalkan konsep dasar konstruksi komposit (gabungan dua bahan konstruksi yang berbeda yang bekerja bersama – sama memikul beban);
- F. Coignet (1861) melakukan uji coba penggunaan pembesian pada konstruksi atap, pipa dan kubah;
- Gustav Wayss & Koenen (1887) serta Hennebique memperkenalkan sengkang sebagai penahan gaya geser dan penggunaan balok “ T ” untuk mengurangi beban akibat berat sendiri;
- Neuman melakukan analisis letak garis netral;
- Considere menemukan manfaat kait pada ujung tulangan; dan
- E. Freyssinet memperkenalkan dasar – dasar beton pratekan.

Pada tahun 1801, F. Coignet menerbitkan tulisannya tentang prinsip-prinsip konstruksi dengan meninjau kelemahan bahan beton terhadap tariknya. Kemudian pada tahun 1850, J.L.Lambot untuk pertama kalinya membuat kapal kecil dari bahan semen untuk di pamerkan pada pameran dunia tahun 1855. Lalu J. Monir, seorang ahli taman dari Prancis, mematenkan rangka metal sebagai tulangan beton untuk mengatasi tariknya pada tempat tamannya. Pada tahun 1886, seorang warga negara Jerman yang bernama Koenen menerbitkan tulisan mengenai teori dan perancangan struktur beton.

Contoh Pemakaian Konstruksi Beton pada Jamannya:

- Bangunan kubah Pantheon didirikan th 27 SM;
- Pemakaian Pot bunga dari beton yang menggunakan kawat anyaman (produk dipatenkan oleh Joseph Monier tahun 1867);
- Pembuatan kapal beton yang dilengkapi penulangan (tahun 1855);
- Jembatan Lamnyong-Darussalam; dan
- Menara Masjid Raya Baiturrahman Banda Aceh.

Sejarah Analisis dasar perhitungan di Indonesia:

- PBI 1955 – PBI 1971 yang lebih dikenal dengan perhitungan lentur cara – n; dan
- SK SNI 1991 (T-15-1991-03) tentang Standar Tata Cara Perhitungan Struktur Beton.

Sifat dan karakteristik beton:

- Karakteristik beton adalah mempunyai tegangan hancur tekan yang tinggi serta tegangan hancur tarik yang rendah;
- Beton tidak dapat dipergunakan pada elemen konstruksi yang memikul momen lengkung atau tarikan;
- Beton sangat lemah dalam menerima gaya tarik, sehingga akan terjadi retak yang makin – lama makin besar;
- Proses kimia pengikatan semen dengan air menghasilkan panas dan dikenal dengan proses hidrasi;
- Air berfungsi juga sebagai pelumas untuk mengurangi gesekan antar butiran sehingga beton dapat dipadatkan dengan mudah;
- Kelebihan air dari jumlah yang dibutuhkan akan menyebabkan butiran semen berjarak semakin jauh sehingga kekuatan beton akan berkurang;
- Dengan perkiraan komposisi (mix desain) dibuat rekayasa untuk memeriksa dan mengetahui perbandingan campuran agar dihasilkan kekuatan beton yang tinggi;
- Selama proses pengerasan campuran beton, kelembaban beton harus dipertahankan untuk mendapatkan hasil yang direncanakan;
- Setelah 28 hari, beton akan mencapai kekuatan penuh dan elemen konstruksi akan mampu memikul beban luar yang bekerja padanya;
- Untuk menjaga keretakan yang lebih lanjut pada suatu penampang balok, maka dipasang tulangan baja pada daerah yang tertarik;
- Pada beton bertulang memanfaatkan sifat beton yang kuat dalam menerima gaya tekan serta tulangan baja yang kuat menerima gaya tarik;
- Dari segi biaya, beton menawarkan kemampuan tinggi dan harga yang relative rendah;
- Beton hampir tidak memerlukan perawatan dan masa konstruksinya mencapai 50 tahun serta elemen konstruksinya yang mempunyai kekakuan tinggi serta aman terhadap bahaya kebakaran;

- Salah satu kekurangan yang besar adalah berat sendiri konstruksi; dan
- Kelemahan lainnya adalah perubahan volume sebagai fungsi waktu berupa susut dan rangkak.

Beton dibedakan dalam 2 kelompok besar yaitu:

- Beton keras

Sifat-sifat beton keras yang penting adalah kakuatan karakteristik, kekuatan tekan, tegangan dan regangan, susut dan rangkak, reaksi terhadap temperatur, keawetan dan kedekatan terhadap air . Dari semua sifat tersebut yang terpenting adalah kekuatan tekan beton karena merupakan gambaran dari mutu beton yang ada kaitannya dengan strukturt beton. Berbagai test uji kekuatan dilakukan pada beton keras ini antara lain:

1. Uji kekuatan tekan (compression test);
2. Uji kekuatan tarik belah (splitting tensile test);
3. Uji kekuatan lentur;
4. Uji lekatan antara beton dan tulangan; dan
5. Uji Modulus Elastisitas dan lain sebagainya.

- Beton segar

Ada 2 hal yang harus dipenuhi ketika membuat beton:

1. Sifat-sifat yang harus dipenuhi dalam jangka waktu lama oleh beton yang mengeras, seperti kekuatan, keawetan, dan kestabilan volume; dan
2. Sifat-sifat yang harus dipenuhi dalam jangka waktu pendek ketika beton dalam kondisi plastis (workability) atau kemudahan pengerjaan tanpa adanya bleeding dan segregation.

Walaupun begitu adalah penting untuk mendapatkan beberapa dari sifat workabilitas karena penting untuk control kualitas. Pengukuran workabilitas yang telah dikembangkan antara lain:

1. Slump test;
2. Compaction test;

3. Flow test;
4. Remoulding test;
5. Penetration test; dan
6. Mixer test.

Parameter-parameter yang paling mempengaruhi kekuatan beton adalah:

- Kualitas semen;
- Proporsi semen dalam campuran beton;
- Kekuatan dan kebersihan agregat;
- Ikatan/adhesi antar pasta semen dan agregat;
- Pencampuran yang cukup dari bahan-bahan pembentuk beton; dan
- Pemadatan beton dan perawatan.

Seperti disebutkan oleh L.J. Murdock dan K.M. Brock bahwa “kecakapan tenaga kerja adalah salah satu faktor penting dalam produksi suatu bangunan. 3 kinerja yang dibutuhkan dalam pembuatan beton:

- Memenuhi kriteria konstruksi yaitu mudah dikerjakan dan dibentuk serta mempunyai nilai ekonomi;
- Kekuatan tekan tinggi; dan
- Durabilitas atau keawetan tinggi.

Agregat yang dipakai untuk campuran beton :

- Agregat halus (pasir) dengan diameter maksimal 1 cm; dan
- Agregat kasar (split) dengan diameter 2 cm atau lebih.

Kelebihan beton:

- Dapat dibentuk sesuai keinginan;
- Mampu memikul beban tekan yang berat;
- Tahan terhadap temperatur tinggi; dan
- Biaya pemeliharaan rendah/ kecil.

Kekurangan beton:

- Bentuk yang sudah dibuat sulit diubah;
- Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi;
- Berat;
- Daya pantul suara besar;
- Membutuhkan cetakan sebagai alat pembentuk;
- Tidak memiliki kekuatan tarik;
- Setelah dicampur beton segera mengeras; dan
- Beton yang mengeras sebelum pengecoran, tidak bisa didaur ulang.

Menurut SNI-15-1990-03, untuk penggunaan beton dengan kekuatan tidak lebih dari 10 MPa boleh menggunakan campuran 1 pc:2 psr:3 batu pecah/split dengan slump untuk pengukuran pengerjaannya tidak lebih dari 100 mm. Pengerjaan beton dengan kekuatan tekan hingga 20 MPa boleh menggunakan penakaran volume, tetapi pengerjaan beton dengan kekuatan tekan lebih dari 20 MPa harus menggunakan campuran berat.

Salah satu yang kita kenal adalah Beton Ringan (lightweight concrete) atau yang lebih dikenal dengan sebutan Hebel. Beton ringan adalah beton yang memiliki berat jenis (density) lebih ringan daripada beton pada umumnya. Beton ringan bisa disebut sebagai beton ringan aerasi (Aerated Lightweight Concrete/ALC) atau sering disebut juga (Autoclaved Aerated Concrete/ AAC) yang mempunyai bahan baku utama terdiri dari pasir silika, kapur, semen, air, ditambah dengan suatu bahan pengembang yang kemudian dirawat dengan tekanan uap air.

Pada umumnya berat beton ringan berkisar antara 600 – 1600 kg/m³. Teknologi material bahan bangunan berkembang terus, salah satunya beton ringan aerasi (Aerated Lightweight Concrete/ALC) atau sering disebut juga (Autoclaved Aerated Concrete/ AAC). Sebutan lainnya Autoclaved Concrete, Cellular Concrete (semen dengan cairan kimia penghasil gelembung udara), Porous Concrete, dan di Inggris disebut Aircrete and Thermalite.

Beton ringan AAC ini pertama kali dikembangkan di Swedia pada tahun 1923 sebagai alternatif material bangunan untuk mengurangi penggundulan hutan. Beton ringan AAC ini kemudian dikembangkan lagi oleh Joseph Hebel di Jerman Barat di tahun 1943. Pada tahun 1967 bekerja sama dengan Asahi Chemicals dibangun pabrik Hebel pertama di Jepang.

Sampai saat ini Hebel telah berada di 29 negara dan merupakan produsen beton aerasi terbesar di dunia. Di Indonesia sendiri beton ringan mulai dikenal sejak tahun 1995, saat didirikannya PT Hebel Indonesia di Karawang Timur, Jawa Barat. Ada beberapa kelebihan dari Beton ringan atau Autoclaved Aerated Concrete (AAC), yaitu:

- Balok AAC mudah dibentuk;
- Karena ukurannya yang akurat tetapi mudah dibentuk, sehingga dapat meminimalkan sisa-sisa bahan bangunan yang tak terpakai;
- AAC dapat mempermudah proses konstruksi;
- Bobotnya yang ringan mengurangi biaya transportasi;
- Karena ringan, tukang bangunan tidak cepat lelah;
- Mengurangi biaya penguat atau pondasi;
- Waktu pembangunan lebih pendek;
- Kedap suara;
- Anti jamur;
- Anti serangga;
- Nyaman.

Selain kelebihan, Beton AAC juga memiliki beberapa kelemahan, yaitu:

- Karena ukurannya yang besar, untuk ukuran yang tanggung, akan memakan waste yang cukup besar;
- Perekat yang digunakan harus disesuaikan dengan ketentuan produsennya, umumnya adalah semen instan;
- Nilai kuat tekannya (compressive strength) terbatas, sehingga sangat tidak dianjurkan penggunaan untuk perkuatan (struktural); dan
- Harganya cenderung lebih mahal dari bata konvensional.

Ada tiga macam cara membuat beton aerasi, yaitu:

- Yang paling sederhana yaitu dengan memberikan agregat/campuran isian beton ringan;
- Menghilangkan agregat halus (agregat halusnya disaring, contohnya debu/abu terbangnya dibersihkan); dan
- Meniupkan atau mengisi udara di dalam beton.

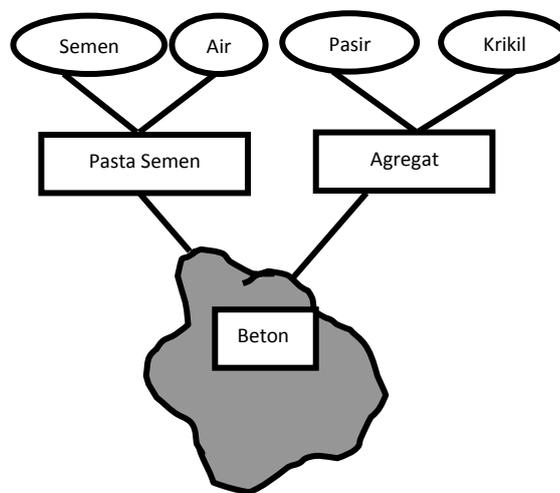
Dengan berbagai kelebihan dari beton ringan yang telah disebutkan di atas, saat ini beton ringan banyak diaplikasi dalam pelbagai proyek dalam bentuk:

- Blok (bata);

- Panel; dan
- Ready mix.

B. Bahan Penyusun Beton

Penyusun-penyusun beton maupun plesteran harus dapat membuat satu kesatuan yang kuat dan lekat. Sifat antar penyusun tidak boleh ada yang bertolak belakang, agar nantinya menjadi adonan yang kuat dan baik. Gambaran dari skema bahan penyusun beton dan plesteran pada gambar di halaman berikutnya.



Gambar: Skema bahan penyusun beton

Bahan-bahan penyusun beton mempunyai karakteristik sendiri-sendiri. Selain itu mempunyai fungsi dan tugas masing-masing. Harapannya semua penyusun beton bekerja maksimal, dengan demikian akan menghasilkan beton yang baik dan sesuai harapan.

Semen bercampur dengan air menjadi pasta semen. Kemudian pasta semen dicampur dengan pasir namanya mortar semen. Mortar semen ini berfungsi sebagai pengisi beton. Setelah itu mortar semen dicampur dengan agregat kasar kemudian menjadi beton.

C. Semen

Semen berasal dari bahasa latin “Cementum” oleh bangsa Romawi berarti bahan atau ramuan pengikat, dengan kata lain semen adalah: suatu bahan perekat yang berbentuk serbuk halus bila ditambah air akan terjadi reaksi hidrasi sehingga dapat mengeras dan digunakan

sebagai oengikat (*mineralglue*). Pada mulanya orang mesir kuno membangun piramid abad ke-5 dengan batu-batu yang terikat satu dengan yang lainnya. Juga tahan terhadap cuaca panas, dingin, maupun gempa selama berabad-abad. Bahan pengikat ini ditemukan sejak orang mengenala api. Orang membuat penerangan digua-gua dan batunya ada yang rontok berbentuk serbuk. Batu yang rontok berbentuk serbuk terkena hujan menjadi keras dan mengikat batu disekitarnya. Batuan ini dikenal orang sebagai batu *Masonry*.

Sejarah lain tentang semen menyebutkan bahawa sebelum semen yang kita kenal ditemukan, adukan perekat pada bangunan di buat dari kapur padam, pozolan dan agregat (campuran ini sering disebut semen alam). Dan kini bangunan yang menggunakan bahan perekat ini masih banyak ditemukan di Italy. Campuran perekat tersebut tidaklah terlalu kuat, tapi tergantung pula pada sifat pozolan yang di gunakan sebagai bahan perekat. Pozolan adalah bahan yang terbentuk oleh debu dari letusan gunung berapi.

Kapur hidrolis pertama kali ditemukan oleh seorang sarjana sipil yang bernama Jon Smeaton pada tahun 1756. Pada saat itu ia bertugas untuk merehabilitasi menara api yang terletak di Eddystone. Ia mencoba menggabungkan kapur padam dan tanah liat. Kemudian campuran itu ia bakar. Setelah mengeras, bongkahan campuran tersebut di tumbuk hingga menjadi tepung. Yang mana tepung tesebut dapat digunakan kembali dan dapat mengeras di dalam air. Mulai dari percobaan inilah sifat-sifat kapur hidrolis mulai di kenal.

Namun perkembangan bahan yang ia temukan masihlah lambat dibandingkan campuran kapur padam biasa. Pada tahun 1796 penemuan ini kembali dikembangkan oleh James Parker dari Norhfleet, Inggris. Ia mengembangkan campuran yang telah ditemukan oleh Jon, perbedaan dari campuran yang di temukan Jon, batu kapur yang digunakan James sebagai capuran adalah batu kapur yang mengandung lempung.

Sedangkan teknik yang di gunakannya sama dengan yang di lakukan Jon. Pada tahun 1800 produk yang dikembangkan James berkembang pesat, sehingga produknya di beri nama semen roman. Namun perkembangan tersebut hanya bertahan hingga tahun 1850. Di Inggris tukang batu yang bernama Joseph Aspdin dari kota Leeds, mencampurkan kapur padam dengan tanah liat, kemudian ia bentuk jadi gumpalan. Lalu di bakar dengan suhu kalsinasi (suhu dimana kapur dapat meleleh) dan setelah itu di tumbuk hingga menjadi tepung. Ketika bahan campuran tersebut mengeras, warna dari bahan berubah menjadi abu-abu. Warna tersebut menyerupai bebatuan di wilayah Portland, maka Joseph memberi nama hasil temuannya sebagai Semen Portland.

Tanggal 21 October 1824, semen Portland Joseph mendapat hak paten dari raja Inggris. Walau pun demikian ia tetap merahasiakan bahan campuran yang ia temukan, dan ia tidak memproduksinya secara masal. Setelah ia wafat, pengembangan dan pemasaran secara masal semen ini di teruskan oleh anaknya yang bernama William Joseph di Jerman. Tahun 1877 Jerman melakukan penelitian lebih lanjut terhadap semen Portland, hingga membentuk asosiasi pengusaha dan ahli semen. 30 tahun kemudian asosiasi tersebut menyebar hingga ke Inggris dan di Inggris Standard dari semen dibuat.

Bahan yang digunakan dalam pembuatan semen adalah batu kapur, pasir silika, tanah liat dan pasir besi. Komposisi kebutuhan bahan yang digunakan untuk memproduksi semen sebagai berikut: (<http://www.scribd.com/doc/38532319/Semen>)

1. Batu kapur digunakan sebanyak ± 81 %.

Batu kapur merupakan sumber utama oksida yang mempunyai rumus CaCO_3 (Calcium Carbonat), pada umumnya tercampur MgCO_3 dan MgSO_4 . Batu kapur yang baik dalam penggunaan pembuatan semen memiliki kadar air ± 5%

2. Pasir silika digunakan sebanyak ± 9 %

Pasir silika memiliki rumus SiO_2 (silikon dioksida). Pada umumnya pasir silika terdapat bersama oksida logam lainnya, semakin murni kadar SiO_2 semakin putih warna pasir silikanya, semakin berkurang kadar SiO_2 semakin berwarna merah atau coklat, disamping itu semakin mudah menggumpal karena kadar airnya yang tinggi. Pasir silika yang baik untuk pembuatan semen adalah dengan kadar SiO_2 ± 90%

3. Tanah liat digunakan sebanyak ± 9 %.

Rumus kimia tanah liat yang digunakan pada produksi semen $\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Tanah liat yang baik untuk digunakan memiliki kadar air ± 20 %, kadar SiO_2 tidak terlalu tinggi ± 46 %.

4. Pasir besi digunakan sebanyak ± 1%.

Pasir besi memiliki rumus kimia Fe_2O_3 (Ferri Oksida) yang pada umumnya selalutercampur dengan SiO_2 dan TiO_2 sebagai impuritiesnya. Fe_2O_3 berfungsi sebagai penghantar panas dalam proses pembuatan te

rak semen. Kadar yang baik dalam pembuatan semen yaitu $\text{Fe}_3\text{O}_2 \pm 75\% - 80\%$. Pada penggilingan akhir digunakan gipsum sebanyak 3-5% total pembuatan semen.

Pada umumnya jenis semen yang dikenal saat ini antara lain sebagai berikut, (<http://www.scribd.com/doc/38532319/Semen>):

1. Semen Portland (Portland Cement)

Semen jenis ini adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan terak yang mengandung senyawa-senyawa kalsium silikat dan biasanya juga mengandung satu atau lebih senyawa-senyawa kalsium sulphat yang ditambahkan pada penggilingan akhir. Semen portland adalah semen yang diperoleh dengan menghaluskan terak yang terutama terdiri dari silikat-silikat, kalsium yang bersifat hidrolis bersama bahan tambahan biasanya gipsum. Tipe-tipe semen portland:

a. Tipe I (Ordinary Portland Cement)

Semen Portland tipe ini digunakan untuk segala macam konstruksi apabila tidak diperlukan sifat-sifat khusus, misalnya tahan terhadap sulfat, panas hiderasi, dan sebagainya. Semen ini mengandung 5 % MgO dan 2,5 -3% SO_3 .

b. Tipe II (Moderate Heat Portland Cement)

Semen ini digunakan untuk bahan konstruksi yang memerlukan sifat khusus tahan terhadap sulfat dan panas hiderasi yang sedang, biasanya digunakan untuk daerah pelabuhan dan bangunan sekitar pantai. Semen ini mengandung 20% SiO_2 , 6 % Al_2O_3 , 6% Fe_2O_3 , 6% MgO, dan 8% C_3A .

c. Tipe III (High Early Strength Portland Cement)

Semen ini merupakan semen yang digunakan biasanya dalam keadaan-keada darurat dan musim dingin. Digunakan juga pada pembuatan beton tekan. Semen ini memiliki kandungan C_3S yang lebih tinggi dibandingkan semen portland tipe I dan tipe II sehingga proses pengerasan terjadi lebih cepat dan cepat mengeluarkan kalor. Semen ini tersusun dari 3,5-4% Al_2O_3 , 6% Fe_2O_3 , 35% C_3S , 6% MgO, 40% C_2S dan 15% C_3A .

d. Tipe IV (Low Heat Portland Cement)

Semen tipe ini digunakan pada bangunan dengan tingkat panas hidrasi yang rendah misalnya pada bangunan beton yang besar dan tebal, baik sekali untuk mencegah keretakan. Low Heat Portland Cement ini memiliki kandungan C3S dan C3A lebih rendah sehingga kalor yang dilepas lebih rendah. Semen ini tersusun dari 6,5 % MgO, 2,3 % SO₃, dan 7 % C3A.

e. Tipe V (Super Sulphated Cement)

Semen yang sangat tahan terhadap pengaruh sulfat misalnya pada tempat pengeboran lepas pantai, pelabuhan, dan terowongan. Komposisi komponennya adalah slag tanur tinggi dengan kandungan aluminanya yang tinggi, 5% terak portland cement, 6 % MgO, 2,3 % SO₃, dan 5 % C3A.2. Semen Putih

Menurut Kardiyono, Tj (1996), semen sering disebut semen portland yang dipakai di Indonesia dibagi menjadi 5 jenis, yaitu:

1. Jenis I : Semen portland untuk penggunaan umum, tidak memerlukan syarat khusus.
2. Jenis II : Semen portland untuk beton tahan sulfat dan mempunyai panas hidrasi sedang.
3. Jenis III : Semen portland untuk beton dengan kekuatan awal tinggi (cepat mengeras).
4. Jenis IV : Semen portland untuk beton panas hidrasi rendah.
5. Jenis V : Semen portland untuk beton sangat tahan terhadap sulfat.

Di Indonesia semen merupakan tumpuan khususnya untuk wilayah Asia Tenggara, karena beberapa negara produsen seperti Jepang dan Korea akan mengurangi produksinya. Total penggunaan semen sebesar 60% adalah untuk perumahan, sedangkan 80% dari 60% tersebut diperuntukkan bagi konstruksi non-struktural, ini berarti 80% x 60% atau 48% dari

total produk semen diperuntukkan pekerjaan non-struktural untuk sektor perumahan saja.

DEFENISI & UNSUR SEMEN

1. A. Definisi dan Unsur pokok semen

Semen adalah suatu bahan perekat hidrolis berupa serbuk halus yang dapat mengeras apabila tercampur dengan air. Semen terdiri dari batu lapur / gamping yang mengandung kalsium oksida (CaO), tanah liat (lempung) yang mengandung silika oksida (SiO_2), aluminium oksida (Al_2O_3), besi oksida (Fe_2O_3) dan gips yang berfungsi untuk mengontrol pengerasan.

Semen memiliki 4 unsur pokok, yaitu :

1. Batu kapur (CaO) sebagai sumber utama, terkadang terkotori oleh SiO_2 , Al_2O_3 , dan Fe_2O_3
2. Tanah liat yang mengandung senyawa SiO_2 , Al_2O_3 , dan Fe_2O_3 .
3. Bila perlu ditambahkan pasir kwarsa / batu silika, ini ditambahkan apabila pada tanah liat mengandung sedikit SiO_2 .
4. Pasir besi / biji besi, ini ditambahkan apabila tanah liat mengandung sedikit Fe_2O_3

Pengolahan unsur-unsur tersebut dengan cara di bakar menjadi terak semen yang biasa disebut klinker. Yang mana klinker memiliki susunan mineral sebagai berikut:

1. Trikalsium silikat (C_3S)
2. Dikalsium silikat (C_2S)
3. Kandungan ke-2 zat ini berkisar 70-80%
4. Trikalsium aluminat (C_3A) kandungan ini berkisar 18%
5. Tetrakalsium alumino ferit (C_4AF) kandungan ini berkisar 16 %

Proses pengolahan semen ada dua proses pengolahan, yaitu : proses basah dan proses kering. Proses basah meliputi material yang masih basah, material ini diambil dari alam dan langsung diproses. Proses pengolahan material basah:

1. Tanah liat yang diambil langsung dari alam, campurkan dengan air dan diaduk hingga menjadi bubur dalam bak cuci yang terbuat dari beton.
2. Selama pengadukan, semua kotoran seperti akar tumbuhan, pasir dan kerikil dipisahkan.
3. Lumpur Tanah liat yang bersih dipindahkan bejana, dengan cara di pompa sembari jumlah kadar airnya di kurangi.
4. Batu kapur dari alam di tumbuk halus hingga dapat menembus saringan 90 micron. Penggilingan dimulai dari penggilingan kasar yang menggunakan Jaw Crusher, hingga penggilingan halus yang menggunakan Roll Crusher. Kemudian dicampurkan air hingga menjadi lumpur batu kapur.

Proses pembakaran, setelah lumpur tanah liat dan lumpur kapur jadi. Masukkan kedalam silo atau tungku bakar yang memiliki ukuran 150 M. tungku ini memiliki ruang ruang sebagai berikut:

1. Ruang paling ujung merupakan ruang yang dinding-dinding ruangnya dilengkapi dengan sirip-sirip baja tipis untuk memperluas penguapan.
2. Ruang berikutnya, dinding tungku terdapat rantai baja. Dengan adanya rantai ini penguapan air semakin sempurna, serta gumpalan-gumpalan lumpur kering pecah.
3. Bahan yang telah diolah tadi kemudian dipanaskan lagi dengan suhu 500-900°C. Pada tahap ini akan terjadi penguapan air kristal yang terdapat dalam partikel bahan olahan tadi, dan juga CO₂, SO₃ dan senyawa lainnya ikut menguap sedangkan bahan organik lainnya akan terbakar.
4. Kemudian bahan tersebut akan mengalir keruang pembakaran yang suhunya berkisar 900-1350 °C
5. Dalam ruang pembakaran (Firing zone) senyawa oksida mulai beraksi satu dengan yang lain, untuk membentuk senyawa semen (C₃S, C₂S, C₃A, dan C₄AF), kemudian menggumpal dalam keadaan setengah meleleh yang disebut klinker.

6. Klinker yang panas, kemudian dimasukkan ke ruangan pendingin dengan suhu biasa agar klinker cepat dingin. Keluar dari ruang pendingin biasanya suhu klinker ± 30 oC kemudian agar cukup dingin.
7. Penggilingan klinker biasanya merupakan siklus yang tertutup (Close circuit). Hasil gilingan diayak 170 mesh (90 micron), yang masih kasar masuk kembali ke ball mill dan semen bubuk dapat dipasarkan.

Proses kering meliputi material yang telah kering atau yang basah dikeringkan terlebih dahulu sebelum di proses. Proses pengolahan material kering ini pada dasarnya sama proses pengolahan material menjadi bahan mentah hampir sama dengan pengolahan proses basah, namun yang berbeda adalah semua bahan mentah dikeringkan terlebih dahulu hingga benar-benar kering. Selain itu pencampuran kapur dan tanah liat juga dalam keadaan kering, setelah bahan mentah jadi, proses pembakaran hingga pemasaran sama saja dengan proses basah.

PBI 1971 N. I – 2. (Departemen Pekerjaan Umum, 1979). Mengenai Semen:

1. Jenis-jenis semen yang ada:
 - a. Semen Portlan-tras
 - b. Semen Alumuna
 - c. Semen tahan sulfat
2. Pada beton nonstruktural selain menggunakan semen yang tersebut diatas dapat juga menggunakan semen tras kapur.

Semen yang digunakan untuk pembuatan beton, yaitu semen yang berbutir halus. Kehalusan butir semen ini dapat diraba/dirasakan dengan tangan. Semen yang tercampur/mengandung gumpalan meskipun kecil, tidak baik untuk pembuatan beton, Asroni, A (2005).

D. Agregat Halus (Pasir)

Menurut Standart SK SNI T – 15 -1991 – 03 (Departemen Pekerjaan Umum, 1991).

- a. Agregat adalah material granular, misalnya pasir, krikil, batu pecah, kerak tungku besi, yang dipakai sama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk suatu beton semen hidraulik atau adukan.

- b. Agregat ringan adalah agregat yang dalam keadaan kering dan gembur mempunyai berat 1100 kg/m^3 atau kurang..
- c. Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil desintegrasi “alami” dari batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran terbesar 5,0 mm.
- d. Agregat kasar adalah kerikil alam sebagai hasil desintegrasi “alami” dari batuan atau berupa batu pecah yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran 5,0 – 40,0 mm.
- e. Adukan adalah campuran antara agregat halus dan semen portlan atau sembarang semen hidroulik lainnya dan air.

Menurut Asroni, A (2005),

Pasir yang digunakan sebagai bahan beton, harus memenuhi syarat:

- 1. Berbutir tajam dan keras.
- 2. Bersifat kekal, yaitu tidak mudah lapuk/hancur oleh perubahan cuaca, seperti terik matahari dan hujan.
- 3. Tidak boleh mengandung Lumpur lebih dari 5% dari berat kering. Jika kandungan lumpur lebih dari 5%, maka pasir harus dicuci.
- 4. Tidak boleh mengandung pasir laut (kecuali dengan petunjuk staf ahli), karena pasir laut ini banyak mengandung garam.

E. Agregat Kasar (Krikil)

Kerikil atau batu pecah yang digunakan sebagai bahan beton, harus memenuhi syarat:

- 1. Bersifat padat dan keras, juga tidak berpori.
- 2. Harus bersih, tidak boleh mengandung Lumpur lebih dari 1%. Jika kandungan Lumpur lebih dari 1%, maka kerikil atau batu pecah harus dicuci.
- 3. Pada keadaan terpaksa, dapat dipakai kerikil bulat.

F. Analisis Beton

Sesuai dalam buku *Teknologi Beton* oleh Nugraha (2007): uji kuat tarik dengan memberikan tahanan tarik pada beton secara tidak langsung. Spesimen silinder direbahkan

dan ditekan sehingga terjadi tegangan tarik pada beton. Uji ini juga disebut *Splitting test* atau *Brazillian Test* karena metode ini diciptakan di Brazil.

$$T = \frac{2P}{\pi ld} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

- T = Kuat tarik beton (MPa).
- P = Beban hancur (N).
- l = Panjang spesimen (mm).
- d = diameter (mm).

Menurut Marwahyudi (2011) Statistika Teknik: Dalam pengambilan data dalam ilmu teknik sipil perlu memperhatikan data-data yang terlalu mencolok perbedaannya. Sebaiknya data yang mempunyai perbedaan yang cukup mencolok tidak dipakai dalam perhitungan. Hal ini dilakukan sebagai langkah awal dalam mengantisipasi kekeliruan dalam mengambil keputusan dengan uji hipotesa statistik.

Sesuai dengan PBI 1971 N. I – 2. (Departemen Pekerjaan Umum, 1979), Beton adalah suatu bahan konstruksi yang mempunyai kekuatan tekan khas. Apabila diukur dalam jumlah besar benda-benda uji, nilainya akan menyebarsekitar suatu nilai rata-rata tertentu. Penyebarannya mengikuti lengkung *Gauss*, jadi ukuran dari mutu pelaksanaannya, adalah standart deviasi sesuai rumus:

$$\sigma 'bk = \sigma 'bm - 1,64 s \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

- s = standart deviasi (kg/cm²).

$\sigma 'b$ = kekuatan tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji (kg/cm^2).

$\sigma 'bm$ = kekuatan tekan beton rata-rata benda uji (kg/cm^2).

N = jumlah seluruh nilai hasil pemeriksaan. Jumlah benda uji minimal 20 buah.

$\sigma 'bk$ = kekuatan beton karateristik (kg/cm^2).

2. Uji *Compression test machine*.

Seperti *Hammer Test*, pada *Compression Test Machine* mempunyai tujuan mengetahui kuat tekan beton. Cara kerja alat ini mengambil benda uji yang berbentuk silinder atau berbentuk balok. Jika benda uji berbentuk balok dan hasilnya dikonfersikan ke bentuk silinder. Benda uji diharapkan minimal mempunyai luas permukaan $19,625 \text{ cm}^2$ ($d=5\text{cm}$) sampai dengan $490,625 \text{ cm}^2$ ($d=25\text{cm}$). Benda uji yang ada dibawa ke laboratorium untuk dihitung kuat tekannya. Dengan demikian penggunaan alat *Compression Test Machine* bersifat destruktif atau bersifat merusak konstruksi dan struktur akan terpengaruh, maka dalam pengambilan sampel harus berhati-hati.

Menurut Standart 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 pascal (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 numeric dalam tanda akar yang dipakai dan hasilnya tetap mempunyai satuan mega pascal (M.pa).

Menurut Kardiyono, Tj (1996), apabila tinggi kurang dari dua kali diameter, maka perlu adanya factor koreksi. Adapun factor koreksi tersebut adalah:

Tabel1: 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)

BAB VII

INSPIRASI 1

A. Pengayaan 1

A. Latar Belakang Masalah

Limbah lokal cair pabrik gula yang sering disebut tetes tebu adalah salah satu hasil samping dari pabrik gula. Tetes tebu merupakan sisa dari kristalisasi gula yang berulang-ulang sehingga tidak memungkinkan lagi untuk diproses menjadi gula dengan proses konvensional. Risvank, (2009), hasil samping yang diperoleh langsung pada pengolahan tebu adalah pucuk tebu, tetes tebu, ampas, blotong. Tetes tebu biasanya dimanfaatkan untuk pupuk tanaman, bahan pembuat alkohol, bahan pembuan penyedap masakan. Masyarakat sekitar juga memanfaatkan sebagai campuran makanan ternak.

Pada pabrik gula menghasilkan limbah cair sekitar 162 ton tiap tahun dengan harga jual dipasaran sekitar Rp. 10.000,- setiap liter. Mengingat banyak industri memanfaatkan limbah tetes tebu yang kualitas baik. Sedangkan untuk kualitas yang jelek jarang yang menggunakan. Kalaupun ada harga jualnya jadi rendah tidak seperti tetes tebu kualitas baik.

Khusus pada tetes tebu yang berkualitas rendah masyarakat belum ada yang memanfaatkan untuk infrastruktur yaitu sebagai bahan campuran beton. Padahal tetes tebu sangat memungkinkan untuk meningkatkan kuat tekan beton. Seperti halnya pada jaman Belanda banyak bangunan air seperti saluran maupun bendungan banyak memakai tetes tebu untuk menambah kekuatan lekat dan kedap air.

B. Tujuan Penelitian.

Penelitian ini bertujuan khusus menganalisis limbah pabrik gula yang bersifat cair sehingga nantinya hasil penelitian ini bisa bermanfaat bagi masyarakat, adapun tujuannya adalah:

Diharapkan tetes tebu dapat atau mampu meningkatkan kuat tekan beton.

C. Lokasi Penelitian.

Penelitian ini dilaksanakan pada lokasi pabrik gula Tasikmadu Karanganyar. Mengingat Pabrik gula Tasikmadu Karanganyar lokasinya dekat, terjangkau dan transportasi

mudah juga murah, sehingga tidak memerlukan biaya besar dalam mengambil limbah cair pabrik gula.

METODE PENELITIAN

Tahapan Penelitian

Peneliti berasumsi bahwa tetes tebu benar-benar bisa meningkatkan kuat tekan beton. Sehingga untuk memastikannya perlu pengambilan data penelitian. Data yang diolah nantinya dapat memberikan informasi yang sebenar-benarnya. Sehingga tidak akan salah dalam mengolah, menentukan, menganalisa dan menyimpulkan hasil penelitian. Akhirnya penelitian ini dapat berhasil, benar dan dapat dipertanggungjawabkan.

Perlu dicermati sifat-sifat beton sangat terpengaruh oleh bahan susunnya. Kualitas dari semen, pasir dan krikil sangat berpengaruh dalam menghasilkan kuat tekan beton. Bahan yang sangat menentukan kuat tekan beton adalah semen. Sesuai dengan pendapat dari Nugraha dan Antoni (2007) Bahwa seyawa C_2S mempunyai kecepatan hidrasi paling lambat sehingga proporsi C_2S yang tinggi sering digunakan untuk pengecoran beton masif dengan skala besar, misalnya dam atau pandasi rakit.

Tabel: Sifat masing-masing komposisi utama semen.

BAHAN	ANDIL KEKUATAN	SUSUT
C_3S	Dalam 28 hari	Sedang
C_2S	Setelah 28 hari	Sedang
C_3A	Dalam 1 hari	Besar
C_4AF	Sedikit	Kecil

Sumber: Teknologi Beton Nugraha dan Antoni (2007)

Kuat Tekan Beton dari beton yang diberi bahan tambah tetes tebu di bandingkan beton tanpa tetes tebu. Kemudian dianalisis dan peneliti menyimpulkan hasilnya, mana yang akan mempunyai kuat tekan yang lebih baik. Tentunya untuk menganalisa perlu sampel atau benda uji untuk dinilai kuat tekan yang dihasilkannya. Benda uji beton pada penelitian ini

berbentuk silinder dan dikelompokkan menjadi dua kelompok. Kelompok pertama benda uji tanpa bahan tambah tetes tebu dengan campuran 1 semen : 2 pasir : 3 krikil. Kemudian kelompok kedua benda uji dengan bahan tambah tetes tebu dengan campuran 1 semen : 2 pasir : 3 krikil. Pencampuran atau pembuatan beton dengan campuran perbandingan volume dan pencampuran manual. Hal ini dilakukan bermaksud untuk mengetahui kekuatan yang dihasilkan akan lebih mendekati pada pembuatan masyarakat umum. Kemudian hasilnya dibandingkan antara beton dengan bahan tambah tetes tebu dengan beton tanpa bahan tambah tetes tebu.

Setelah itu benda uji diambil kuat tekannya dengan alat *Hammer test* dan *Compression test machine*. Pengukuran menggunakan dua alat ini bersifat untuk saling melengkapi dan saling koreksi. Penggunaan alat *compression test machine* digunakan untuk mengetahui kuat tekan semua sampel dan uji belah pada sebagian sampel yang ada dan perhitungan kuat tekan dengan alat *Hammer test* hanya digunakan untuk beberapa sampel saja.

Perhitungan kuat tekan dengan menggunakan *Hammer test* sesuai dengan PBI 1971 N. I – 2. (Departemen Pekerjaan Umum, 1979), Beton adalah suatu bahan konstruksi yang mempunyai kekuatan tekan khas. Apabila diukur dalam jumlah besar benda-benda uji, nilainya akan menyebar sekitar suatu nilai rata-rata tertentu. Penyebarannya mengikuti lengkung *Gauss*, jadi ukuran dari mutu pelaksanaannya, adalah standar deviasi, yaitu sebagai berikut pada halaman selanjutnya.

$$s = \sqrt{\frac{\sum(\sigma'_{bk} - \sigma'_{bm})^2}{N - 1}}$$

$$\sigma'_{bk} = \sigma'_{bm} - 1,64 s$$

Keterangan:

s = standart deviasi (kg/cm²).

σ 'b = kekuatan tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji (kg/cm²).

σ'_{bm} = kekuatan tekan beton rata-rata benda uji (kg/cm^2).

N = jumlah seluruh nilai hasil pemeriksaan. Jumlah benda uji minimal 20 buah.

σ'_{bk} = kekuatan beton karakteristik (kg/cm^2).

Menurut Sutrisno Hadi (2000) data yang homogen adalah nilai mean, median dan modus selisih sedikit. Kemudian untuk perhitungan kuat tekan dengan *compression test machine* menggunakan rumas sebagai berikut:

$$F = \frac{P}{A}$$

Keterangan:

F = Besar kekuatan

P = Gaya (N)

A = Luas penampang (mm^2)

Agar hasilnya lebih mendekati keadaan sesungguhnya dilapangan, maka perlu faktor koereksi. Menurut Kardiyono, Tj (1996), apabila tinggi kurang dari dua kali diameter, maka perlu adanya faktor koreksi. Adapun faktor koreksi tersebut adalah:

Tabel 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)

Beton yang dihasilkan selain memenuhi kekuatannya tentunya harus memenuhi nilai keindahan. Sehingga harapannya beton jika diterapkan pada bangunan akan memenuhi fungsi bangunan yaitu untuk tempat hunian. Tentunya tempat hunian bisa diasumsikan tempat untuk berdialok, istirahat sehingga kelelahan yang ada segera berkurang. Marwahyudi (2011), "Jurnal Kemadha" Bangunan bisa bersifat untuk hiburan, belanja bahkan rekreatif

sehingga selain kuat, kokoh, bangunan yang terbuat dari beton bisa bernilai artistik yang menawan sehingga menghasilkan karya seni bangunan.

Pengujian beton dilaksanakan dilaboratorium untuk pengambilan kuat tekan dan belah beton. Marwahyudi, (2010), “Jurnal Gaung Informatika” Pada dasarnya pengujian beton dengan uji sampel atau sensus, kemudian dengan cara yang destruktif dan non destruktif.

PEMBAHASAN DAN HASIL

Pembahasan

Pada penelitian Tri Joko dkk, (2010) “PPD News” Beton dengan bahan tambah tetes tebu mempunyai tingkat daya kerja yang baik dibandingkan *super plasticizer* dan menjadikan beton mudah dikerjakan. Beton yang mempunyai kuat tekan tinggi bias diasumsikan beton tersebut cukup berat. Akan tetapi dalam perkembangannya tidak semua beton yang berat mempunyai kuat tekan yang tinggi, mengingat sudah dikembangkan beton ringan. Harapannya beton ringan akan tetapi mempunyai kuat tekan yang tinggi.

Pengambilan kuat tekan dan belah benda uji kami lakukan setelah sesuai umur yang direncanakan. Beton dengan bahan tambah tetes tebu memerlukan waktu yang lebih lama untuk proses pengeringan atau umur beton segar lebih lama dibandingkan beton biasa. Setelah kami mengetahui bahwasanya pembukaan cetakan pada beton dengan bahan tambah tetes tebu memerlukan waktu yang lebih lama maka kami membukanya setelah umur satu minggu. Kami mengambil umur satu minggu untuk mengantisipasi jangan sampai sampel benda uji yang ada menjadi rusak seperti pada pembuatan benda uji yang pertama. akan tetapi untuk benda uji tanpa bahan tambah tetes tebu pembukaan cetakannya adalah setelah umur sehari.



Gambar: Tim mahasiswa saat pengambilan kuat tekan dan belah beton di laboratorium.



Gambar: Tim saat pengambilan kuat tekan dan belah beton di laboratorium.



Gambar: Beton tetes tebu baru umur satu hari cetakan dibuka (kiri) dan umur minggu cetakan beton dibuka (kanan).

Setelah pada waktu yang sudah direncanakan maka benda uji diambil kekuatan tekan dan belahnya. Pengambilan uji tekan dan uji belah ini untuk mengetahui kuat tekannya dan prediksi awal kuat tarik dari pada beton. Sehingga dapat menjadikan pengembangan atau pendalaman penelitian selanjutnya.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Utama, H. dan Irsyad, S.B, 2006. *Pengaruh Penambahan Tetes Tebu Pada Semen Dalam Usaha Peningkatan Kualitas Stabilitas Tanah Lempung*, Penerbit Pdd news Indocement, Bandung. Menghasilkan kesimpulan diantaranya bahwasanya tetes tebu secara signifikan mampu mengatasi dan menyumbangkan stabilitas pada tanah lempung. Dari hasil penelitian ini maka peneliti semakin semangat untuk melanjutkan dan mencari sebenarnya berapa kekuatan tekan beton yang dihasilkan. Pada

kesempatan ini peneliti hanya ingin mengetahui apakah kekuatan tekan yang dihasilkan oleh beton dengan bahan tambah tetes tebu dapat melampaui kuat tekan beton biasa.



Gambar: Pengambilan kuat tekan beton dengan alat *Compression Test Machine*



Gambar: Pengambilan kuat tekan beton dengan alat *Hammer Test*.



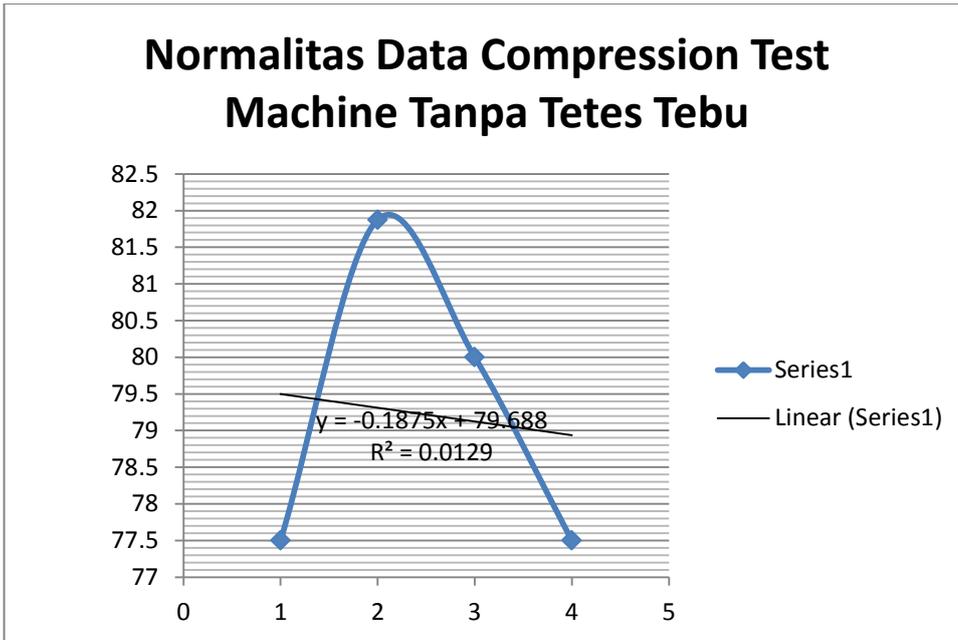
Gambar: Pengambilan uji belah beton dengan alat *Compression Test Machine*

Kemudian hasil dari alat ukur tersebut masih dihitung untuk mengetahui kekuatan tekan dan belah yang sesuai dengan satuannya. Pada penentuan satuan nanti kami akan menampilkan dalam kg/cm^2 . Satuan ini kami ambil dikarenakan untuk bahasa dilapangan masih akrab kg/cm^2 . Kemudian untuk hasil selengkapnya akan kami lampirkan pada lampiran.

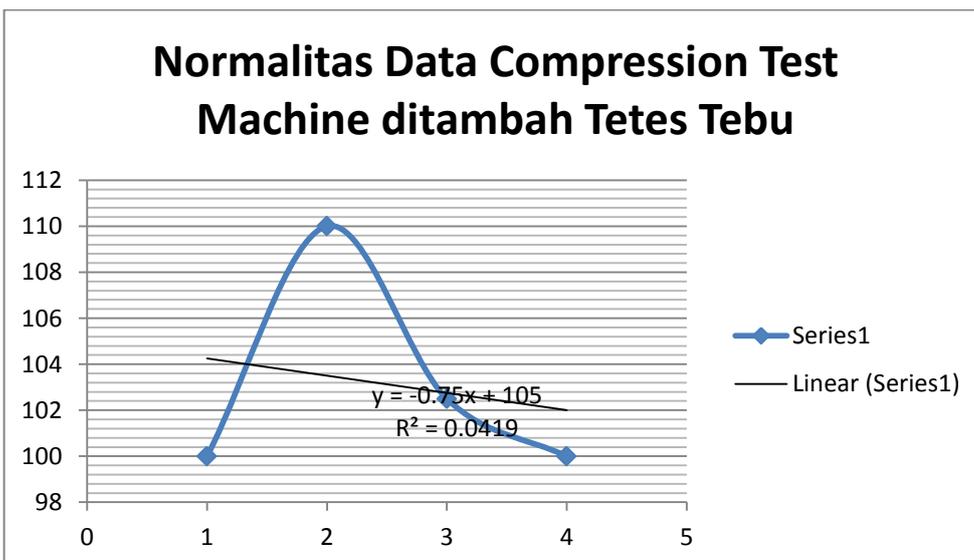
Hasil

Hasil dari uji kuat tekan dengan alat *Compression Test Machine*, menunjukkan bahwasannya beton dengan bahan tambah tetes tebu secara uji laboratorium mempunyai kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan beton tanpa bahan tambah tetes tebu. Hasil yang diperoleh seharusnya mudah dibaca oleh masyarakat umum, sehingga informasinya akan segera bermanfaat. Agar hasil yang diperoleh mudah dibaca perlu tampilan tersendiri. Marwahyudi, (2011) “Statistika Teknik” tampilan data akan mempermudah orang dalam memahami data statistik. Sehingga dalam penyajian data statisti perlu memahami siapa yang akan membaca dan bahasa gambar bagi kebanyakan orang akan mudah menerimanya dari pada bahasa tulisan.

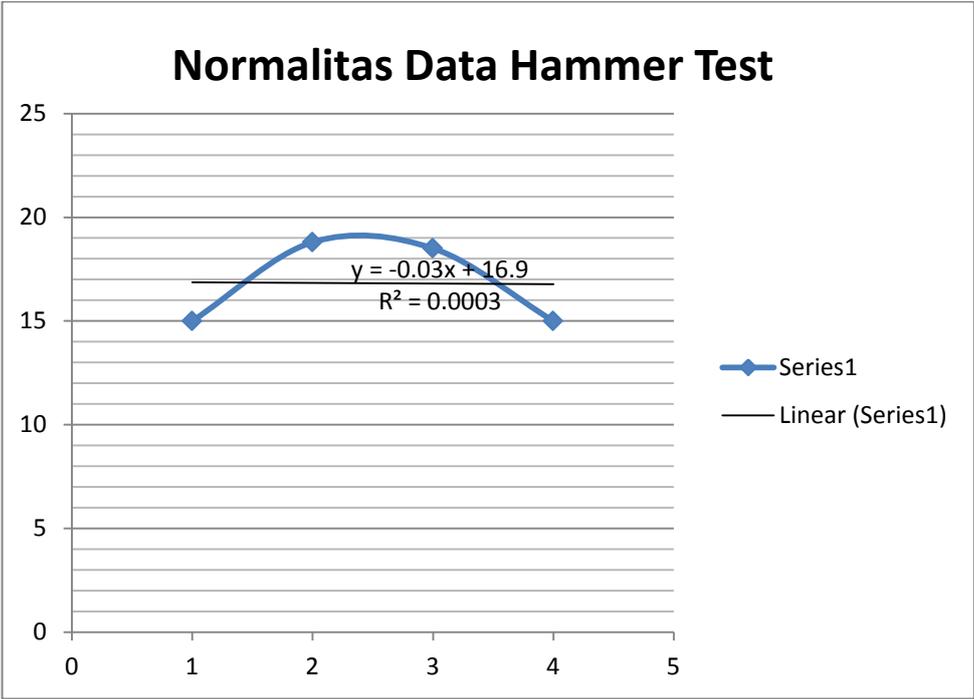
Sebelum data dihitung kuat tekannya maupun belahnya maka perlu dihitung homogenya. Data diyatakan homogen apabila tidak ada perbedaan yang signifikan antara ukuran pemusatan data dan diyatakan normal apabila ditampilkan dalam bentuk grafik akan membentuk kurva positif. Adapun sebagian hasil perhitungannya berikut



Gambar: Grafik Normalitas



Gambar: Grafik Normalitas



Gambar: Grafik Normalitas

Tabel: Hasil uji kuat tekan laboratorium dengan alat *Compression Test Machine*.

No	Hari	Rata-rata		Keterangan
		Pakai Tetes Tebu	Tanpa Tetes Tebu	
1	7	3,25	30,5	Lebih kuat tanpa tetes tebu
2	28	51,38	41,7	Lebih kuat pakai tetes tebu
3	40	66,35	59,8	Lebih kuat pakai tetes tebu
4	47	106,15	70,36	Lebih kuat pakai tetes tebu
5	59	110,58	88,46	Lebih kuat pakai tetes tebu

Sumber: Penelitian Pemanfaatan Limbah Pabrik Gula (2012)

Dari hasil diatas maka dapat disimpulkan bahwasannya kuat tekan beton dengan bahan tambah tetes tebu lebih besar dibandingkan dengan kuat tekan beton tanpa bahan tambah tetes tebu.

Tabel: Hasil uji belah laboratorium dengan alat *Compression Test Machine*.

No	Hari	Rata-rata		Keterangan
		Pakai Tetes Tebu	Tanpa Tetes Tebu	
1	40	20,83	12,15	Lebih kuat pakai tetes tebu
2	47	26,04	13,23	Lebih kuat pakai tetes tebu
3	59	28,51	15,11	Lebih kuat pakai tetes tebu
4	63	33,71	15,63	Lebih kuat pakai tetes tebu

Sumber: Penelitian Pemanfaatan Limbah Pabrik Gula (2012)

Dari hasil diatas maka dapat disimpulkan bahwasannya uji belah beton dengan bahan tambah tetes tebu lebih besar dibandingkan dengan kuat tekan beton tanpa bahan tambah tetes tebu.

Tabel: Hasil kuat tekan laboratorium dengan alat *Hammer Test*.

No	Data <i>Hammer Test</i> .		Keterangan
	Pakai Tetes Tebu	Tanpa Tetes Tebu	
1	27	20,5	Dari perhitungan rata-rata menunjukkan beton dengan bahan tambah tetes tebu lebih besar kuat tekan yang dihasilkan.
2	22	24	
3	20	27	
4	23	18,5	
5	23	15	
6	20	17	
7	26	18	
8	19	19	
9	20	18	
10	23	15	
11	21	15	
12	24	15	
13	21	22	
14	25	15	
15	25	20	
16	23	15	
17	23	23	
18	24	16	
19	24	15	
20	23	25	

Sumber: Penelitian Pemanfaatan Limbah Pabrik Gula (2012)

Dari tabel diatas maka dapat disimpulkan bahwasannya uji kuat tekan *hammer test* beton dengan bahan tambah tetes tebu lebih besar dibandingkan dengan kuat tekan beton tanpa bahan tambah tetes tebu.

Pengamatan

Hasil pengamatan kandungan di laboratorium dan dengan panca indra dapat disimpulkan sebagai berikut:

Tabel: Hasil uji kandungan tetes tebu.

JENIS UJI	HASIL UJI	CARA UJI
1. Kadar SiO ₂ (Silika), % (b/b).	0,04	Gravimetri
2. Kadar CaO (Kapur), % (b/b).	0,27	Gravimetri
3. Kadar Fe ₂ O ₃ (Besi), % (b/b).	0,01	Gravimetri
4. Kadar Al ₂ O ₃ (alumina), % (b/b).	0,03	Gravimetri

Sumber: Penelitian Pemanfaatan Limbah Pabrik Gula (2012)

Tabel: 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)

Berdasarkan pengamatan maka beton dengan bahan tambah tetes tebu dapat disimpulkan mempunyai ciri sebagai berikut:

1. Beton dengan bahan tambah tetes tebu mempunyai ikatan awal lambat dengan warna kekuningan dan akan lebih baik untuk pengerjaan dam maupun beton pondasi rakit.
2. Disarankan jika memakai beton dengan bahan tambah tetes tebu pembukaan cetakaanya akan lebih sempurna bila berumur 5-7 hari untuk cetakan yang di tanah.
3. Diasumsikan bahwa untuk proses acian pada dinding akan lebih baik jika ditambah dengan tetes tebu.

B. Pengayaan 2

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Molasses atau yang sering disebut tetes tebu adalah salah satu hasil samping dari pabrik gula. *Molasses* atau tetes tebu merupakan sisa dari kristalisasi gula yang berulang-ulang sehingga tidak memungkinkan lagi untuk diproses menjadi gula dengan proses konvensional. *Molasses* biasanya dimanfaatkan untuk pupuk tanaman, bahan pembuat alkohol, bahan pembuan penyedap masakan. Masyarakat sekitar memanfaatkan *molasses* sebagai campuran makanan ternak.

Pada pabrik gula jumlah hasil samping pabrik gula yang bernama *molasses* cukup banyak, yaitu sekitar 162 ton tiap tahun. Harga dipasaran mencapai Rp. 10.000,- setiap liter. Peneliti sangat tertarik sekali untuk melanjutkan penelitian yang sudah dilaksanakan. Hal ini didukung oleh limbah tetes tebu yang melimpah dan pada tetes tebu yang paling jelek akan berusaha dimanfaatkan. Mengingat banyak industri memanfaatkan limbah tetes tebu yang kualitas baik. Sedangkan untuk kualitas yang jelek jarang yang menggunakan. Kalaupun ada harga jualnya jadi rendah tidak seperti tetes tebu kualitas baik.

Khusus pada *molasses* atau tetes tebu masyarakat belum ada yang memanfaatkan untuk bahan campuran beton. Padahal *molasses* sangat memungkinkan untuk meningkatkan kuat tarik beton. Seperti halnya pada jaman Belanda banyak bangunan air seperti saluran maupun bendungan banyak memakai tetes tebu untuk menambah kekuatan lekat dan kekedapan air.

C. Permasalahan.

Dari pemaparan latar belakang diatas dapatlah ditarik salah satu permasalahan yang timbul di masyarakat yaitu:

Belum ada pemanfaatan tetes tebu untuk bahan tambah beton, sebenarnya tetes tebu bernilai ekonomi tinggi.

C. Tujuan Penelitian.

Penelitian ini bertujuan khusus menganalisis limbah pabrik gula yang bersifat cair sehingga nantinya hasil penelitian ini bisa bermanfaat bagi masyarakat, adapun tujuannya adalah:

Mengetahui besaran uji belah beton dengan bahan tambah tetes tebu yang dibandingkan dengan beton tanpa bahan tambah tetes tebu.

Sehingga diharapkan limbah dari pabrik gula yang sangat berlimpah ada salah satu jalan pemecahan. Karena limbah yang dihasilkan akan lebih berguna dan bernilai ekonomi bagi masyarakat sekitar. Semisal tetes tebu yang dulunya hanya dijual begitu saja, kemungkinan jika olah sedikit akan menjadi zat yang bernilai ekonomi. Biasanya tetes tebu dijual dengan nilai Sekitar 13.000,00 perliter. Jika tetes tebu ini bisa dijadikan zat peningkat kuat tarik beton pasti nilai ekonominya akan lebih tinggi. Harga zat aditive beton 35.000,00 perliter. Sehingga akan meningkatkan nilai ekonomi.

LANDASAN TEORI

A. Limbah Tebu

Menurut Risvan (2009). Pabrik gula di Indonesia pada tahun 2007 berjumlah 59 pabrik. Produksi tebu tahun 2008 untuk daerah Jawa Timur saja mencapai 17 juta ton. Selain

menghasilkan gula, pengolahan tebu juga menghasilkan pucuk tebu, ampas, blotong dan tetes sebagai produk sampingnya. Khusus untuk ampas pada umumnya digunakan sebagai bahan bakar ketel (boiler). Tetapi menurut Paturau pabrik gula yang efisien dapat menghemat uap bekas 34,6 % dan memperoleh kelebihan ampas sebanyak 39 %.

Tetes tebu biasanya oleh masyarakat sekitar dipergunakan untuk pupuk tanaman padi. Tetes tebu atau juga disebut dengan molase. Molase dari tebu dapat dibedakan menjadi 3 jenis. Molase kelas 1, kelas 2 dan black strap. Molase kelas 1 didapatkan saat pertama kali jus tebu dikristalisasi. Molase adalah sejenis sirup yang merupakan sisa dari proses pengkristalan gula pasir.

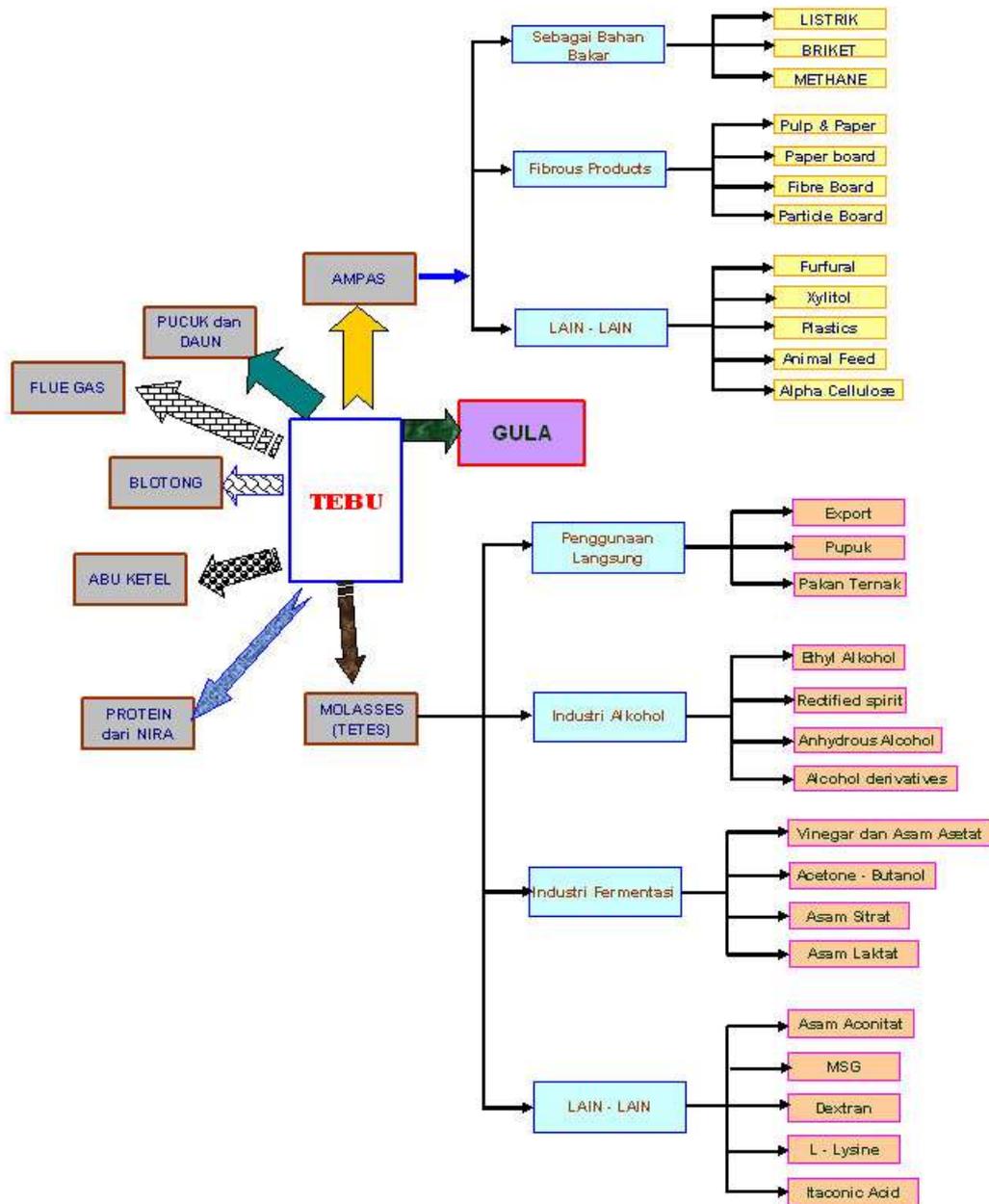
Saat dikristalisasi terdapat sisa jus yang tidak mengristal dan berwarna bening. Sisa jus diskristalisasi langsung diambil sebagai molase kelas 1. Kemudian molase kelas 2 atau biasa disebut dengan "Dark" diperoleh saat proses kristalisasi kedua. Warnanya agak kecoklatan sehingga sering disebut juga dengan istilah "Dark" dan molase kelas terakhir, *Black Strap* diperoleh dari kristalisasi terakhir. Warna *black strap* ini memang mendekati hitam (coklat tua) sehingga tidak salah jika diberi nama "*Black Strap*" sesuai dengan warnanya. *Black strap* ternyata memiliki kandungan zat yang berguna. Zat-zat tersebut antara lain kalsium, magnesium, potasium, dan besi.

Menurut Risvan (2009) dari hasil samping yang diperoleh langsung pada berbagai tahap pengolahan tebu menjadi gula adalah pucuk tebu, ampas, blotong dan tetes.

- a. Pucuk Tebu, pucuk tebu adalah ujung atas batang tebu berikut 5-7 helai daun yang dipotong dari tebu giling ataupun bibit. Dari pengamatan yang dilakukan diperkirakan dari 100 ton tebu dapat diperoleh sekitar 14 ton pucuk tebu segar. Pucuk tebu segar maupun dalam bentuk awetan, sebagai silase atau jerami dapat menggantikan rumput gajah yang merupakan pakan ternak yang sudah umum digunakan di Indonesia.
- b. Ampas Tebu, tebu diekstrak di stasiun gilingan menghasilkan nira dan bahan bersabut yang disebut ampas. Ampas terdiri dari air, sabut dan padatan terlarut. Komposisi ampas rata-rata terdiri dari kadar air : 46 – 52 %; Sabut 43 – 52 %; padatan terlarut 2 – 6 %. Umumnya ampas tebu digunakan sebagai bahan bakar ketel (*boiler*) untuk pemenuhan kebutuhan energi pabrik. Pabrik gula yang efisien dapat mencukupi kebutuhan bahan bakar boiler-nya dari ampas, bahkan berlebih. Ampas

yang berlebih dapat dimanfaatkan untuk pembuatan briket, partikel board, bahan baku pulp dan bahan kimia seperti furfural, xylitol, methanol, metana, dll.

- c. Blotong, pada proses pemurnian nira yang diendapkan di clarifier akan menghasilkan nira kotor yang kemudian diolah di *rotary vacuum filter*. Di alat ini akan dihasilkan nira tapis dan endapan yang biasanya disebut “blotong” (*filter cake*). Blotong dari PG Sulfitasi rata-rata berkadar air 67 %, kadar pol 3 %, sedangkan dari PG. Karbonatasi kadar airnya 53 % dan kadar pol 2 %. Blotong dapat dimanfaatkan antara lain untuk pakan ternak, pupuk dan pabrik wax. Penggunaan yang paling menguntungkan saat ini adalah sebagai pupuk di lahan tebu.
- d. Tetes, tetes (*molasses*) adalah sisa sirup terakhir dari masakan (*massecuite*) yang telah dipisahkan gulanya melalui kristalisasi berulang kali sehingga tak mungkin lagi menghasilkan gula dengan kristalisasi konvensional. Penggunaan tetes antara lain sebagai pupuk dan pakan ternak dan pupuk. Selain itu juga sebagai bahan baku fermentasi yang dapat menghasilkan etanol, asam asetat, asam sitrat, MSG, asam laktat dll.
- e. Gula (Sukrosa), gula pasir atau sukrosa sebagai produk utama pabrik gula dikonsumsi sebagai sumber karbohidrat dan bahan pemanis. Selain penggunaan untuk industri pangan, gula juga dipakai untuk keperluan industri non pangan. Sebagai contoh pemakaiannya adalah untuk mengatur viskositas pasta dalam industri textile.



Gambar 1: Skema Pemanfaatan Produk Hasil Samping Pabrik Gula. Sumber <http://www.risvank.com/2009/03/pemanfaatan-produk-hasil-samping-pabrik-gula/>

Molasses dapat digunakan sebagai bahan tambah campuran beton *asphalt*, Andhika Dwi Kurniawan (2006). Pengaruh penambahan *molasses* pada semen dalam usaha peningkatan kualitas stabilitas pada tanah lempung, Andrianto N. Tony Noor W. Rizal

Primadhanta (2006). 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).

B. Beton

Beton merupakan campuran beberapa unsur yang menjadi satu kesatuan yang berfungsi menahan gaya tekan. Unsur tersebut adalah Semen, Air, Agregat halus dan Agregat kasar. Beberapa unsur ini berfungsi sesuai dengan fungsinya sendiri-sendiri. Beton merupakan campuran beberapa unsur yang menjadi satu kesatuan yang berfungsi menahan gaya tekan. Unsur tersebut adalah semen, air, agregat halus dan agregat kasar. Beberapa unsur ini berfungsi sesuai dengan fungsinya sendiri-sendiri. Bahan utama dalam pembuatan beton adalah semen.

Menurut Asroni, A (2005), campuran antara air dan semen akan membentuk pasta semen, yang berfungsi sebagai bahan ikat. Sedangkan pasir dan krikil merupakan bahan agregat yang berfungsi sebagai bahan pengisi dan sekaligus sebagai bahan yang diikat oleh pasta semen.

B.1. SEMEN

Semen berasal dari bahasa latin “Cementum” oleh bangsa Romawi berarti bahan atau ramuan pengikat, dengan kata lain semen adalah: suatu bahan perekat yang berbentuk serbuk halus bila ditambah air akan terjadi reaksi hidrasi sehingga dapat mengeras dan digunakan sebagai pengikat (*mineralglue*). Pada mulanya orang mesir kuno membangun piramid abad ke-5 dengan batu-batu yang terikat satu dengan yang lainnya. Juga tahan terhadap cuaca panas, dingin, maupun gempa selama berabad-abad. Bahan pengikat ini ditemukan sejak orang mengenala api. Orang membuat penerangan digua-gua dan batunya ada yang rontok berbentuk serbuk. Batu yang rontok berbentuk serbuk terkena hujan menjadi keras dan mengikat batu disekitarnya. Batuan ini dikenal orang sebagai batu *Masonry*.

Bahan yang digunakan dalam pembuatan semen adalah batu kapur, pasir silica, tanah liat dan pasir besi. Komposisi kebutuhan bahan h yang digunakan untuk memproduksi semen sebagai berikut: (<http://www.scribd.com/doc/38532319/Semen>)

1. Batu kapur digunakan sebanyak ± 81 %.

Batu kapur merupakan sumber utama oksida yang mempunyai rumus CaCO_3 (Calcium Carbonat), pada umumnya tercampur MgCO_3 dan MgSO_4 . Batu kapur yang baik dalam penggunaan pembuatan semen memiliki kadar air $\pm 5\%$

2. Pasir silika digunakan sebanyak $\pm 9\%$

Pasir silika memiliki rumus SiO_2 (silikon dioksida). Pada umumnya pasir silika terdapat bersama oksida logam lainnya, semakin murni kadar SiO_2 semakin putih warna pasir silikanya, semakin berkurang kadar SiO_2 semakin berwarna merah atau coklat, disamping itu semakin mudah menggumpal karena kadar airnya yang tinggi. Pasir silika yang baik untuk pembuatan semen adalah dengan kadar $\text{SiO}_2 \pm 90\%$

3. Tanah liat digunakan sebanyak $\pm 9\%$.

Rumus kimia tanah liat yang digunakan pada produksi semen $\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Tanah liat yang baik untuk digunakan memiliki kadar air $\pm 20\%$, kadar SiO_2 tidak terlalu tinggi $\pm 46\%$.

4. Pasir besi digunakan sebanyak $\pm 1\%$.

Pasir besi memiliki rumus kimia Fe_2O_3 (Ferri Oksida) yang pada umumnya selalutercampur dengan SiO_2 dan TiO_2 sebagai impuritiesnya. Fe_2O_3 berfungsi sebagai penghantar panas dalam proses pembuatan terak semen. Kadar yang baik dalam pembuatan semen yaitu $\text{Fe}_2\text{O}_3 \pm 75\% - 80\%$. Pada penggilingan akhir digunakan gipsum sebanyak 3-5% total pembuatan semen.

Pada umumnya jenis semen yang dikenal saat ini antara lain sebagai berikut, (<http://www.scribd.com/doc/38532319/Semen>):

1. Semen Portland (Portland Cement)

Semen jenis ini adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan terak yang mengandung senyawa-senyawa kalsium silikat dan biasanya juga mengandung satu atau lebih senyawa-senyawa kalsium sulphat yang ditambahkan pada penggilingan akhir. Semen portland adalah semen yang diperoleh dengan menghaluskan terak yang terutama terdiri dari silikat-silikat, kalsium yang bersifat hidrolis bersama bahan tambahan biasanya gipsum. Tipe-tipe semen portland:

a. Tipe I (Ordinary Portland Cement)

Semen Portland tipe ini digunakan untuk segala macam konstruksi apabila tidak diperlukan sifat-sifat khusus, misalnya tahan terhadap sulfat, panas hiderasi, dan sebagainya. Semen ini mengandung 5 % MgO dan 2,5 -3% SO₃.

b. Tipe II (Moderate Heat Portland Cement)

Semen ini digunakan untuk bahan konstruksi yang memerlukan sifat khusus tahan terhadap sulfat dan panas hiderasi yang sedang, biasanya digunakan untuk daerah pelabuhan dan bangunan sekitar pantai. Semen ini mengandung 20% SiO₂, 6 % Al₂O₃, 6% Fe₂O₃, 6% MgO, dan 8% C₃A.

c. Tipe III (High Early Strength Portland Cement)

Semen ini merupakan semen yang digunakan biasanya dalam keadaan-keadaand darurat dan musim dingin. Digunakan juga pada pembuatan beton tekan. Semen ini memiliki kandungan C₃S yang lebih tinggi dibandingkan semen portland tipe I dan tipe II sehingga proses pengerasan terjadi lebih cepat dan cepat mengeluarkan kalor. Semen ini tersusun dari 3,5-4% Al₂O₃, 6% Fe₂O₃, 35% C₃S, 6% MgO, 40% C₂S dan 15% C₃A.

d. Tipe IV (Low Heat Portland Cement)

Semen tipe ini digunakan pada bangunan dengan tingkat panas hiderasi yang rendah misalnya pada bangunan beton yang besar dan tebal, baik sekali untuk mencegah keretakan. Low Heat Portland Cement ini memiliki kandungan C₃S dan C₃A lebih rendah sehingga kalor yang dilepas lebih rendah. Semen ini tersusun dari 6,5 % MgO, 2,3 % SO₃, dan 7 % C₃A.

e. Tipe V (Super Sulphated Cement)

Semen yang sangat tahan terhadap pengaruh sulphat misalnya pada tempat pengeboran lepas pantai, pelabuhan, dan terowongan. Komposisi komponennya adalah slag tanur tinggi dengan kandungan aluminanya yang tinggi, 5% terak portland cement, 6 % MgO, 2,3 % SO₃, dan 5 % C₃A.2. Semen Putih

Menurut Kardiyono, Tj (1996), semen sering disebut semen portland yang dipakai di Indonesia dibagi menjadi 5 jenis, yaitu:

1. Jenis I : Semen portland untuk penggunaan umum, tidak memerlukan syarat khusus.
2. Jenis II : Semen portland untuk beton tahan sulfat dan mempunyai panas hidrasi sedang.
3. Jenis III : Semen portland untuk beton dengan kekuatan awal tinggi (cepat mengeras).
4. Jenis IV : Semen portland untuk beton panas hidrasi rendah.
5. Jenis V : Semen portland untuk beton sangat tahan terhadap sulfat.

PBI 1971 N. I – 2. (Departemen Pekerjaan Umum, 1979). Mengenai Semen:

3. Jenis-jenis semen yang ada:
 - a. Semen Portlan-tras
 - b. Semen Alumuna
 - c. Semen tahan sulfat
4. Pada beton nonstruktural selain menggunakan semen yang tersebut diatas dapat juga menggunakan semen tras kapur.

Semen yang digunakan untuk pembuatan beton, yaitu semen yang berbutir halus. Kehalusan butir semen ini dapat diraba/dirasakan dengan tangan. Semen yang tercampur/mengandung gumpalan meskipun kecil, tidak baik untuk pembuatan beton, Asroni, A (2005).

B.2. Air

Air yang dapat digunakan untuk pembuatan dan perawatan beton tersebut harus tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam, bahan-bahan organis atau bahan-bahan lain yang dapat merusak beton, menurut PBI 1971 N. I – 2. (Departemen Pekerjaan Umum, 1979).

B.3. Agregat Halus dan Agregat Kasar

Menurut Standart SK SNI T – 15 -1991 – 03 (Departemen Pekerjaan Umum, 1991).

- a. Agregat adalah material granular, misalnya pasir, krikil, batu pecah, kerak tungku besi, yang dipakai sama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk suatu beton semen hidraulik atau adukan.
- b. Agregat ringan adalah agregat yang dalam keadaan kering dan gembur mempunyai berat 1100 kg/m^3 atau kurang..
- c. Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil desintegrasi “alami” dari batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran terbesar 5,0 mm.
- d. Agregat kasar adalah kerikil alam sebagai hasil desintegrasi “alami” dari batuan atau berupa batu pecah yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran 5,0 – 40,0 mm.
- e. Adukan adalah campuran antara agregat halus dan semen portlan atau sembarang semen hidroulik lainnya dan air.

Menurut Asroni, A (2005),

Pasir yang digunakan sebagai bahan beton, harus memenuhi syarat:

5. Berbutir tajam dan keras.
6. Bersifat kekal, yaitu tidak mudah lapuk/hancur oleh perubahan cuaca, seperti terik matahari dan hujan.
7. Tidak boleh mengandung Lumpur lebih dari 5% dari berat kering. Jika kandungan lumpur lebih dari 5%, maka pasir harus dicuci.
8. Tidak boleh mengandung pasir laut (kecuali dengan petunjuk staf ahli), karena pasir laut ini banyak mengandung garam.

Kerikil atau batu pecah yang digunakan sebagai bahan beton, harus memenuhi syarat:

4. Bersifat padat dan keras, juga tidak berpori.
5. Harus bersih, tidak boleh mengandung Lumpur lebih dari 1%. Jika kandungan Lumpur lebih dari 1%, maka kerikil atau batu pecah harus dicuci.
6. Pada keadaan terpaksa, dapat dipakai kerikil bulat.

C. Pengujian Uji Belah Beton dengan alat *Compression test machine*.

Alat-alat yang digunakan untuk memperlancar pengambilan data kekuatan beton adalah:

1. *Compression test machine*.



Gambar 2: *Compression test machine*.



Gambar 3: Uji Belah dengan Alat *Compression test machine*.

Sesuai dalam buku *Teknologi Beton* oleh Nugraha (2007): uji kuat tarik dengan memberikan tahanan tarik pada beton secara tidak langsung. Spesimen silinder direbahkan dan ditekan sehingga terjadi tegangan tarik pada beton. Uji ini juga disebut *Splitting test* atau *Brazillian Test* karena metode ini diciptakan di Brazil.

$$T = \frac{2P}{\pi ld} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

T = Kuat tarik beton (MPa).

P = Beban hancur (N).

l = Panjang spesimen (mm).

d = diameter (mm).

Menurut Marwahyudi (2011) Statistika Teknik: Dalam pengambilan data dalam ilmu teknik sipil perlu memperhatikan data-data yang terlalu mencolok perbedaannya. Sebaiknya data yang mempunyai perbedaan yang cukup mencolok tidak dipakai dalam perhitungan. Hal ini dilakukan sebagai langkah awal dalam mengantisipasi kekeliruan dalam mengambil keputusan dengan uji hipotesa statistik.

METODE PENELITIAN

A. Tahapan Penelitian

Pada penelitian ini peneliti mencoba berasumsi bahwa tetes tebu benar-benar bisa meningkatkan kuat tarik beton. Sehingga untuk memastikannya perlu pengambilan data penelitian. Data yang diolah nantinya dapat memberikan informasi yang sebenar-benarnya. Sehingga tidak akan salah dalam mengolah, menentukan, menganalisa dan menyimpulkan hasil penelitian. Akhirnya penelitian ini dapat berhasil, benar dan dapat dipertanggungjawabkan.

Kuat Tarik Beton dari beton yang diberi bahan tambah tetes tebu di bandingkan beton tanpa tetes tebu. Dari analisis ini nantinya dapat diambil beberapa kesimpulan mana yang akan mempunyai kuat tekan yang lebih baik. Tentunya untuk menghitungnya perlu sampel dan dari sampel itu dihitung dengan rumus yang sudah tertera pada studi pustaka.

Pembuatan benda uji beton berbentuk silinder. Benda uji tersebut dikelompokkan menjadi dua. Kelompok pertama benda uji tanpa bahan tambah tetes tebu dengan campuran 1 semen : 2 pasir : 3 krikil. Kemudian kelompok kedua benda uji dengan bahan tambah tetes tebu dengan campuran 1 semen : 2 pasir : 3 krikil. Pencampuran atau pembuatan beton dengan campuran perbandingan volume dan pencampuran manual. Hal ini dilakukan bermaksud untuk mengetahui kekuatan yang dihasilkan akan lebih mendekati pada pembuatan masyarakat umum. Setelah dirasa cukup umur maka benda uji tersebut dihitung kuat tarik dengan uji belah beton. Kemudian hasilnya dibandingkan antara beton dengan bahan tambah tetes tebu dengan beton tanpa bahan tambah tetes tebu. Pengujian uji belah dengan menggunakan alat *Compression test machine*.

Agar penelitian ini dapat berjalan secara baik , lancar, tepat waktu dan sesuai dengan yang diharapkan, maka diperlukan rancangan-rancangan secara matang. Rancangan tersebut berupa tahapan-tahapan penelitian yang akan dilaksanakan. Tahapan merupakan langkah

kerja dari penelitian, Sehingga akan menghasilkan luaran yang sesuai dengan harapan penelitian.

B. Analisis Data

Perhitungan uji belah beton pada penelitian ini menggunakan alat *compression test machine*. Alat ini digunakan untuk mencari besaran kekuatan yang mampu ditahan oleh benda uji. Kemudian dari hasil tersebut dianalisa dan harapannya hasil analisa dapat dipertanggungjawabkan.

Pada perhitungan kuat tekan dengan menggunakan *Hammer test* menurut PBI 1971 N. I – 2. (Departemen Pekerjaan Umum, 1979), data kuat tekan beton adalah menurut lengkung gauss atau berdistribusi normal, dengan demikian perlu adanya uji normalitas dan *homogeny* untuk menyakinkan bahwa data tersebut berdistribusi normal. Oleh sebab itu peneliti berasumsi uji belah dengan uji kuat tekan datanya sama maka perlu diuji uji normalitas dan *homogeny*

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

1. Uji Normalitas

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

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

Keterangan :

- σ = Simpangan baku / standart deviasi
- π = Rata-rata
- e = 3,1416
- μ = 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 membentik garis lurus atau mendekati garis lurus, maka dapat dianggap data tersebut berdistribusi normal.

2. Uji Homogen

Apabila nilai dari Mean, Median, Modus, sama atau mendekati sama, maka data tersebut dapat dikatakan Homogen.

Sedangkan untuk perhitungan kuat tekan dengan menggunakan *compression test machine* perlu diperhatikan satuan yang ada pada alat ukur. Pada dasarnya perhitungan kuat tekan adalah hasil ukur yang ada pada alat dibagi dengan luas penampang benda uji.

PEMBAHASAN DAN HASIL

A. Pembahasan

Pengambilan uji belah benda uji kami lakukan setelah umur lebih dari 28 hari. Hal ini kami lakukan dikarenakan bahwasanya pada awal pembuat sempel pertama dengan bahan tambah tetes tebu dapat dikatakan tidak berhasil. Ketidakberhasilannya terletak pada pembukaan cetakan silinder yang dilaksanakan setelah umur sehari. Ternyata dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwasanya untu beton dengan bahan tambah tetes tebu memerlukan waktu yang lebih lama untuk proses pengeringan atau umur beton segar lebih lama dibandingkan beton biasa.

Setelah kami mengetahui bahwasanya pembukaan cetakan perlu waktu yang lebih lama maka kami membukanya setelah umur satu minggu. Kami mengambil umur satu minggu untuk mengantisipasi jangan sampai sampel benda uji yang ada menjasi rusak seperti pada pembuatan benda uji yang pertama. akan tetapi untuk benda uji tanpa bahan tambah tetes tebu pembukaan cetakannya adalah setelah umur sehari.



Gambar 5: Beton dengan bahan tetes tebu baru umur satu hari cetakan dibuka.



Gambar 6: Pengambilan kuat belah beton dengan alat *Compression Test Machine*



Gambar 7: Pengambilan kuat belah beton dengan alat *Compression Test Machine*



Gambar 8: Tim saat pengambilan data uji belah beton di laboratorium.

Hasil angka yang didapatkan saat pengujian dilaboratorium dihitung untuk mengetahui kekuatannya yang dimiliki oleh beton. Kemudian hasilnya dibandingkan antara beton dengan bahan tambah tetes tebu dan beton tanpa bahan tambah tetes tebu. Pada bab ini kami menampilkan hasil dari alat ukur. Kemudian hasil dari alat ukur tersebut masih dihitung untuk mengetahui kekuatan tekan dan belah yang sesuai dengan satuannya. Pada penentuan satuan nanti kami akan menampilkan dalam kg/cm^2 . Satuan ini kami ambil dikarenakan untuk bahasa dilapangan masih akrab kg/cm^2 .

B. Hasil

A. Uji Laboratorium

Hasil dari uji belah dengan alat Compression Test Machine, menunjukkan bahwasannya beton dengan bahan tambah tetes tebu secara uji laboratorium mempunyai kuat tarik lebih tinggi dibandingkan dengan beton tanpa bahan tambah tetes tebu.

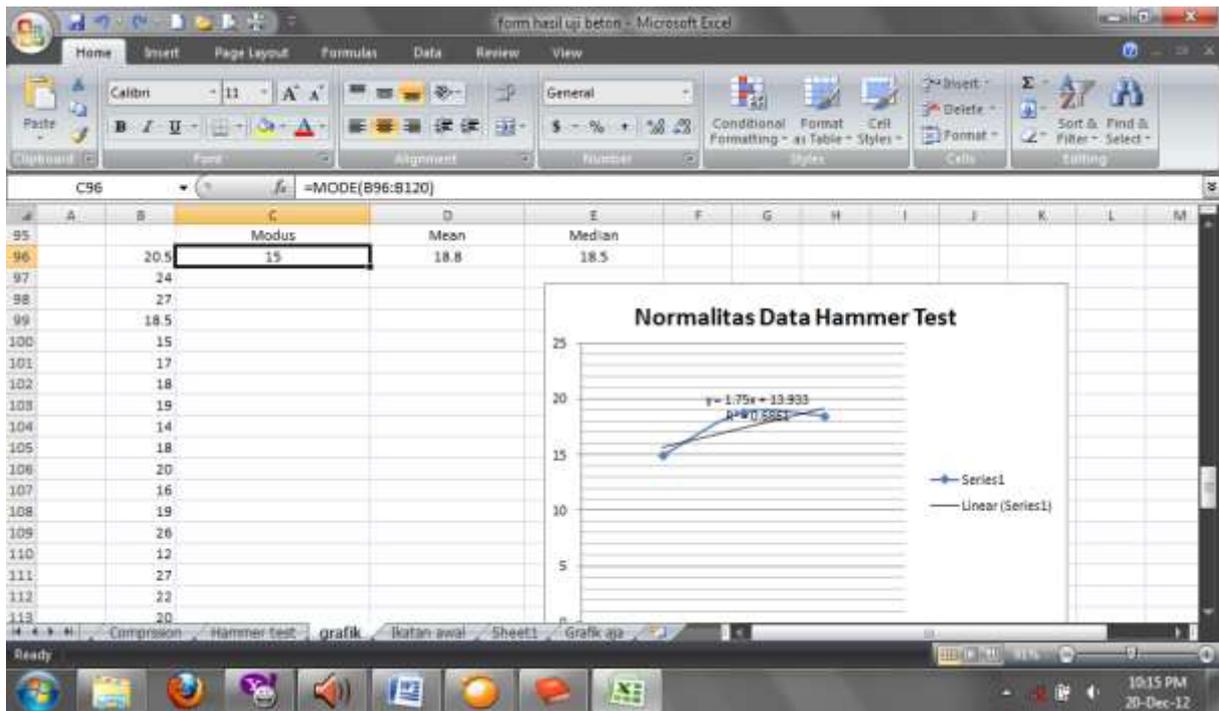
Perhitungan yang kami gunakan menggunakan bantuan program *microsoft office* yang ada dalam komputer. Adapun gambaran operasionallnya sebagai berikut:

1. Semua data dimasukan dalam tabel. Tentunya sudah dihilangkan dari data yang tidak bermanfaat. Data yang tidak bermanfaat adalah data yang berbeda jauh dari data-data lainnya.

Lampiran: Hasil perhitungan kuat tekan dan belah beton dengan alat Compression test Machine								
No	Blasa	Tetes tebu		Belah	Luas Permukaan	Kg/Cm2	Keterangan	
		Baik	Jelek					
1	80				113.04	70.77140835	72.43011	
2	60				113.04	53.07855626		
3	75				113.04	66.34819533		
4	95				113.04	84.04104742		
5	80				113.04	70.77140835		
6	120				113.04	106.1571125		
7	75				113.04	66.34819533		
8	70				113.04	61.92498231		
9		15			113.04	13.26963907		9.952229
10		10			113.04	8.846426044		
11		10			113.04	8.846426044		

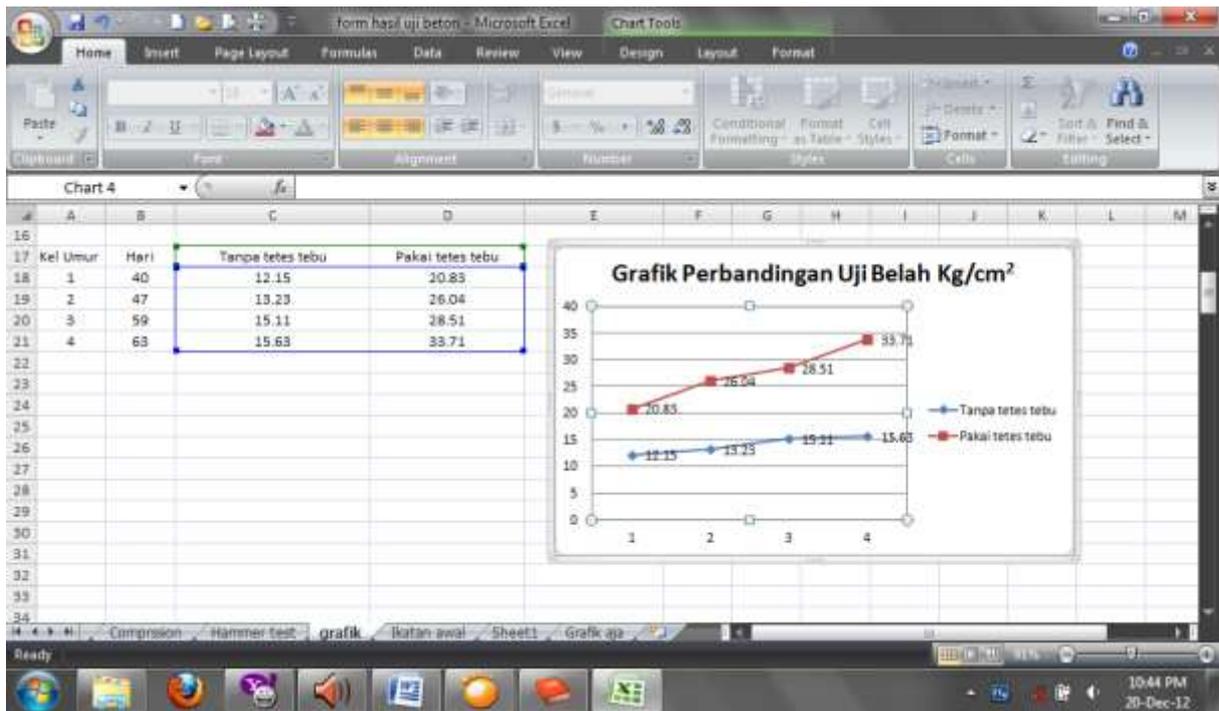
Gambar 8: Input data pada tabel komputer.

2. Dari data tersebut dihitung homogen dan normalitasnya.



Gambar 9: Grafik Normalitas data.

3. Dihitung uji belah beton rumus yang dan sudah dimodifikasi sehingga harapan peneliti dapat mewakili kejadian yang sebenarnya. Modifikasi yang peneliti gunakan bukan untuk mengarahkan hasil. Akan tetapi didasarkan atas reliabel dan validitas hasil.



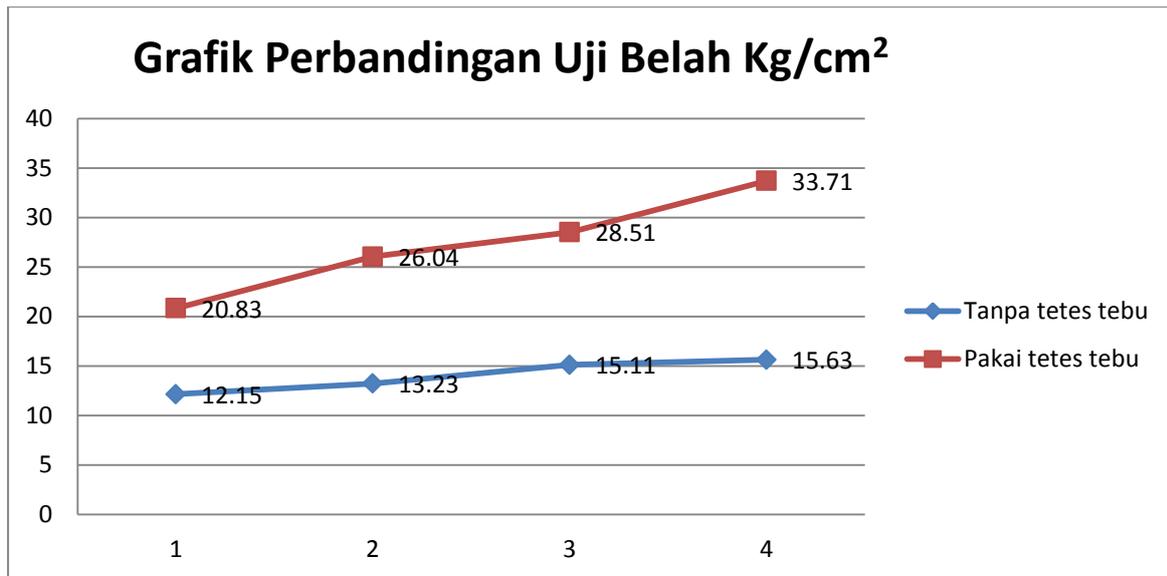
Gambar 10: Grafik perbandingan uji belah.

Kemudian dari langkah-langkah diatas dirangkum dan disajikan dalam bentuk tabel dibawah ini.

Tabel 1: Hasil uji belah laboratorium dengan alat *Compression Test Machine*.

No	Hari	Rata-rata		Keterangan
		Pakai Tetes Tebu	Tanpa Tetes Tebu	
1	40	20,83	12,15	Lebih kuat pakai tetes tebu
2	47	26,04	13,23	Lebih kuat pakai tetes tebu
3	59	28,51	15,11	Lebih kuat pakai tetes tebu
4	63	33,71	15,63	Lebih kuat pakai tetes tebu

Sumber: Penelitian Pemanfaatan Limbah Pabrik Gula



Gambar 11: Grafik perbandingan uji belah.

Dari hasil diatas maka dapat disimpulkan bahwasannya uji belah beton dengan bahan tambah tetes tebu lebih besar dibandingkan dengan kuat tekan beton tanpa bahan tambah tetes tebu.

KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah beberapa tahapan penelitian hibah bersaing pada tahun pertama yang berjudul peneliti dapat menyimpulkan sebagai berikut:

1. Beton dengan bahan tambah tetes tebu mempunyai kuat belah yang lebih tinggi dibandingkan beton tanpa bahan tambah tetes tebu.
2. Beton dengan bahan tambah tetes tebu mempunyai ikatan awal lambat.
3. Beton dengan bahan tambah tetes tebu warna agak kekuningan.
4. Disarankan jika memakai beton dengan bahan tambah tetes tebu pembukaan cetakaanya akan lebih sempurna bila berumur 5-7 hari untuk cetakan yang di tanah.
5. Diasumsikan bahwa untuk proses acian pada dinding akan lebih baik jika ditambah dengan tetes tebu. Mengingat semen dipasaran jika untuk acian hasilnya

retak rambut. Hal ini dikarenakan ikatan awalnya cepat, sehingga untuk menghambat ikatan awal maka diasumsikan ditambah tetes tebu.

Beberapa saran yang dapat peneliti sampaikan:

1. Pemakaian bahan tambah tetes tebu perlu dimanfaatkan pada rumah penduduk mengingat harga murah.
2. Pemakaian bahan tambah tetes tebu juga baik untuk acian dinding sehingga masyarakat perlu memakainya.
3. Perlu adanya penelitian lanjutan yang mendalam mengingat masih banyak potensi yang tersembunyi pada limbah pabrik gula.

BAB VIII

BATU BATA

A. Definisi Batu Bata

Definisi batu bata merah menurut NI-10, 1978 dan SII-0021-78 sebagai berikut: Batu bata merah adalah suatu unsur bangunan yang diperuntukkan pembuatan konstruksi bangunan dan yang dibuat dari tanah dengan atau tanpa campuran bahan-bahan lain, dibakar cukup tinggi, hingga tidak dapat hancur lagi bila direndam dalam air (NI-10, 1978). Batu bata merah adalah unsur bangunan yang digunakan untuk membuat suatu bangunan. Bahan bangunan untuk membuat batu bata merah berasal dari tanah liat dengan atau tanpa campuran bahan-bahan lain yang kemudian dibakar pada suhu tinggi hingga tidak dapat hancur lagi apabila direndam dalam air (SII-0021-78).

Batu bata merah adalah batu buatan yang terbuat dari suatu bahan yang dibuat oleh manusia supaya mempunyai sifat-sifat seperti batu. Hal tersebut hanya dapat dicapai dengan memanasi (membakar) atau dengan pengerjaan-pengerjaan kimia (Djoko Soejoto, 1954). Batu bata merupakan salah satu bahan material sebagai bahan pembuat dinding. Batu bata terbuat dari tanah liat yang dibakar sampai berwarna kemerah-merahan. Bata merah merupakan suatu unsur bangunan yang diperuntukkan pembuatan konstruksi bangunan dan yang dibuat dari tanah liat atau tanpa campuran bahan-bahan lain, dibakar cukup tinggi hingga tidak dapat hancur lagi apabila direndam dalam air (NI-10). Menurut Frick (1980), bata merah merupakan hasil industri rumah yang dilakukan oleh rakyat menggunakan bahan-bahan dasar seperti lempung, sekam padi dan air.

Batu bata merah adalah salah satu unsur bangunan dalam pembuatan konstruksi bangunan yang terbuat dari tanah ditambah air dengan atau tanpa bahan campuran lain melalui beberapa tahap pengerjaan, seperti menggali, mengolah, mencetak, mengeringkan, membakar pada temperature tinggi hingga matang dan berubah warna, serta akan mengeras seperti batu jika didinginkan hingga tidak dapat hancur lagi bila direndam dalam air.

Batu bata termasuk bahan bangunan yang berfungsi untuk pembuatan sekat atau dinding dari batu bata. Mengingat dinding bukan struktur maka dinding ini bisa terbuat dari kayu, asbes dan juga kayu olahan limbah. Menurut Menurut Yayasan Dana Normalisasi Indonesia NI-10, 1978 tentang bata merah sebagai bahan bangunan, terdapat tiga kriteria kadar garam, yaitu :

- a) Tidak membahayakan, apabila kurang dari 50 % permukaan bata, tertutup oleh lapisan tipis berwarna putih akibat pengkristalan garam-garam yang dapat larut,
- b) Ada kemungkinan membahayakan, apabila 50 % atau lebih dari permukaan batu bata, tertutup oleh lapisan putih yang agak tebal karena pengkristalan garam-garam yang dapat larut, tetapi bagian bata tidak menjadi bubuk atau terlepas,
- c) Membahayakan, apabila lebih dari 50 % permukaan batu bata, tertutup oleh lapisan putih yang tebal karena pengkristalan garam yang dapat larut dan bagian-bagian bata menjadi bubuk atau terlepas.

Mutu batu bata menurut Yayasan Dana Normalisasi Indonesia NI-10, 1978 tentang Bata Merah sebagai Bahan Bangunan dapat dilihat pada tabel berikut;

Tabel. Mutu Bata Merah Menurut Kuat Tekan NI-10

No	Mutu Kuat Tekan	Rata-rata (Kg/cm ²)
1	Tingkat I	Lebih dari 100
2	Tingkat II	100-80
3	Tingkat III	80-60

Sumber: NI-10, 1978

Tabel. Kuat Tekan Batu Bata

Kelas	Kuat tekan rata-rata minimum dari 30 buah bata yang diuji		Koefisien variasi yang diijinkan dari rata-rata kuat tekan bata yang diuji
	Kg / cm ²	N / mm ²	
25	25	2,5	25
50	50	5	22
100	100	10	22
150	150	15	15
200	200	20	15
250	250	25	15

Sumber : PEDC, 1983, Pengujian Bahan, PEDC, Bandung

Kualitas batu bata merah dapat dibagi atas tiga tingkatan dalam hal kuat tekan dan penyimpangan ukuran menurut NI-10, 1978:6 yaitu;

- a. Batu bata merah mutu tingkat I dengan kuat tekan rata-rata lebih besar dari 100 kg/cm² dan ukurannya tidak ada yang menyimpang.

- b. Batu bata merah mutu tingkat II dengan kuat tekan rata-rata antara 100 kg/cm² sampai 80 kg/cm² dan ukurannya yang menyimpang satu buah dari sepuluh benda percobaan.
- c. Batu bata merah mutu tingkat III dengan kuat tekan rata-rata antara 80 kg/cm² sampai 60 kg/cm² dan ukurannya menyimpang dua buah dari sepuluh benda percobaan.

Beberapa syarat yang harus dipenuhi dalam produksi batu bata lempung jenis bakar, antara lain (NI-10,1978):

- a. tampak luar, bentuk yang disyaratkan pada batu bata jenis ini adalah berbentuk prisma segi empat panjang, mempunyai sudut siku dan tajam permukaan rata dan tidak menampakkan adanya retak, warna, dan bunyi nyaring,
- b. ukuran batu bata harus sesuai dengan standar NI-10 (1978) yaitu: M-5a (190 x 90 x 65 mm), M-5b (190 x 140 x 65 mm) dan M-6 (230 x 110 x 55 mm). Pada standar pengukuran, penyimpangan terbesar yang dibolehkan untuk masing-masing panjang, lebar dan tebal maksimum antara 3% - 5%,
- c. larutan garam, kadar garam yang melebihi 50% tidak dibolehkan karena akan mengakibatkan tertutupnya permukaan batu bata dan dapat mengurangi keawetan batu bata, (d) penyerapan, disyaratkan tidak melebihi dari 20%, dan (e) berat jenis batu bata normal berkisar antara 1,8 – 2,6 gr/cm³.

B. Bahan Pembentuk Batu Bata

1. Tanah Liat (Lempung)

Lempung adalah tanah hasil pelapukan batuan keras seperti : basalt(sebagai batuan dasar),andesit dan granit (batu besi).Lempung sangat tergantung pada jenis batuan asalnya.Umumnya batuan keras akan memberikan pengaruh warna pada lempung,seperti merah,sedangkan granit akan memberikan warna lempung menjadi putih.Lempung disebut juga sebagai batuan sedimen (endapan),karena pada umumnya setelah terbentuk dari batuan keras,lempung akan diangkut oleh air dan angin,diendapkan dalam suatu tempat yang lebih rendah.Lempung merupakan bahan alam yang sangat penting bagi manusia.Bagian luar dari lempung disebut tubuh tanah.Pada tubuh tanah ini terdapat sisa akar tumbuhan dan bahan organik lainnya yang membusuk,sehingga memberi warna abu-abu kehitaman pada lempung.ketebalan lempung ini mencapai 0,25 sampai 0,5 m

Tanah liat merupakan bahan dasar yang dipakai dalam pembuatan batu bata merah. Tanah liat terjadi dari tanah napal (tanah bawah, asam kersik) yang dicampur dengan bermacam-macam bahan yang lain. Bahan dasar pembuatan batu bata merah berasal dari batu karang dan diperoleh dari proses pelapukan batuan. Tanah liat kebanyakan diambil dari permukaan tanah yang mengendap. Endapan tanah liat sering juga terdapat dalam lapisan lain, sehingga proses pengambilannya dengan cara membuat sumur-sumur. Tanah liat yang dipergunakan dalam pembuatan batu bata merah adalah bahan yang asalnya dari tanah porselin yang telah bercampur dengan tepung pasir-kwarsa dan tepung oksida-besi (Fe_2O_3) dan tepung kapur (CaCO_3) (Sutopo, 1987:74).

Bahan dasar pembuatan batu bata merah bersifat plastis, dimana tanah liat akan mengembang bila terkena air dan terjadi penyusutan bila dalam keadaan kering atau setelah proses pembakaran. Tanah liat sebagai bahan dasar pembuatan batu bata merah mengalami proses pembakaran dengan temperatur yang tinggi hingga mengeras seperti batu. Proses perubahan yang terjadi pada pembakaran tanah liat dalam suhu tertentu, yaitu: Pada temperatur $\pm 150^\circ\text{C}$, terjadi penguapan air pembentuk yang ditambahkan dalam tanah liat pada pembentukan setelah menjadi batu bata mentah. Pada temperatur antara $300^\circ\text{C} - 600^\circ\text{C}$, air yang terikat secara kimia dan zat-zat lain yang terdapat dalam tanah liat akan menguap dan akan menjadi kuat dan keras seperti batu. Pada temperatur di atas 800°C , terjadi perubahan-perubahan Kristal dari tanah liat dan mulai terbentuk bahan gelas yang akan mengisi pori-pori sehingga batu bata merah menjadi padat dan keras. Senyawa-senyawa besi akan berubah menjadi senyawa yang lebih stabil dan umumnya mempengaruhi warna batu bata merah. Tanah liat yang mengalami susut kembali disebut susut bakar. Susut bakar diharapkan tidak menimbulkan cacat seperti perubahan bentuk (melengkung), pecah-pecah dan retak. Tanah liat yang sudah dibakar tidak dapat kembali lagi menjadi tanah liat atau lempung oleh pengaruh udara maupun air (Razak, 1987: 31).

1.1 Jenis-Jenis Lempung yang Digunakan dalam Pembuatan Batu Bata

Berdasarkan tempat pengendapan dan asalnya, lempung dibagi dalam beberapa jenis:

1. Lempung Residual

Lempung residual adalah lempung yang terdapat pada tempat dimana lempung itu terjadi dan belum berpindah tempat sejak terbentuknya. Sifat lempung jenis ini adalah berbutir kasar dan masih bercampur dengan batuan asal yang belum mengalami pelapukan, tidak plastis, semakin digali semakin banyak terdapat batuan asalnya yang masih kasar dan belum lapuk.

2. Lempung Illuvial

Lempung illuvial adalah lempung yang sudah terangkut dan mengendap pada suatu tempat yang tidak jauh dari tempat asalnya seperti di kaki bukit. Lempung ini memiliki sifat yang mirip dengan lempung residual, hanya saja lempung illuvial tidak ditemukan lagi batuan dasarnya.

3. Lempung Alluvial

Lempung alluvial adalah lempung yang diendapkan oleh air sungai di sekitar atau di sepanjang sungai. Pasir akan mengendap di dekat sungai, sedangkan lempung akan mengendap jauh dari tempat asalnya.

4. Lempung Rawa

Lempung rawa adalah lempung yang diendapkan di rawa-rawa. Jenis lempung ini dicirikan oleh warnanya yang hitam. Apabila terdapat di dekat laut akan mengandung garam.

Di Indonesia pada pembuatan batu bata merah dan genteng pada umumnya menggunakan lempung alluvial, karena sawah-sawahnya rata-rata mengandung lempung alluvial dan jarang sekali menggunakan lempung marin.

1.2 Tanah liat memiliki komposisi kimia sebagai berikut:

1. Silika (SiO_2), Silika dalam bentuk sebagai kuarsa jika memiliki kadar yang tinggi akan menyebabkan tanah liat menjadi pasiran dan mudah *slaking*, kurang plastis dan tidak begitu sensitif terhadap pengeringan dan pembasahan.

2. Alumina (Al_2O_3), terdapat dalam mineral lempung, feldspar dan mika. Kadar alumina yang tinggi akan memperlebar jarak temperature sintering

3. Fe_2O_3 , komponen besi ini dapat menguntungkan atau merugikan, tergantung jumlahnya dan sebar butirannya. Makin tinggi kadar besi tanah liat, makin rendah temperatur peleburan tanah liat. Mineral besi yang berbentuk kristal engan ukuran yang besar dapat menyebabkan cacat pada permukaan produknya seperti pada batu bata atau keramik.

4. CaO (kapur), terdapat dalam tanah liat dalam bentuk batu kapur. Bertindak sebagai pelebur bila temperatur pembakarannya mencapai lebih dari 1100C

5. MgO, terdapat dalam bentuk dolomite, magnesit atau silikat. Dapat meningkatkan kepadatan produk hasil pembakaran .

6. K₂O dan Na₂O, Alkali ini menghasilkan garam-garam larut setelah pembakaran, dapat menyebabkan penggumpalan klorid dan dalam pembakaran dapat bertindak sebagai pelebur yang baik.

7. Organik, bahan-bahan yang bertindak sebagai protektor koloid dan menaikkan keplastisan, misalnya : humus, bitumen dan karbon.

Tanah liat yang dibakar akan mengalami perubahan warna sesuai dengan zat-zat yang terkandung di dalamnya. Warna tanah liat bermacam-macam tergantung dari oksid-oksida logam yang terkandung dalam tanah liat, seperti aluminium, besi, karbon, mangan, maupun kalsium. Senyawa-senyawa besi menghasilkan warna krem, kuning, merah, hitam, dan coklat. Liconit merupakan senyawa besi yang sangat umum menghasilkan warna krem, kuning, dan coklat. Sedangkan hematit akan memberikan warna merah pada tanah liat. Senyawa besi silikat memberikan warna hijau, senyawa mangan menghasilkan warna coklat, dan senyawa karbon memberikan warna biru, abu-abu, hijau, atau coklat.

1.3 Sifat Lempung Pada Pembakaran Temperatur Tinggi

Lempung yang dibakar pada temperature tinggi akan mengalami perubahan seperti berikut:

1. Pada temperatur $\pm 150^{\circ}\text{C}$, terjadi penguapan air pembentuk yang ditambahkan dalam tanah liat pada pembentukan setelah menjadi batu bata mentah.
2. Pada temperatur antara 400°C - 600°C , air yang terikat secara kimia dan zat-zat lain yang terdapat dalam tanah liat akan menguap.
3. Pada temperatur diatas 800°C , terjadi perubahan-perubahan Kristal dari tanah liat dan mulai terbentuk bahan gelas yang akan mengisi pori-pori sehingga batu bata merah menjadi padat dan keras.
4. Senyawa-senyawa besi akan berubah menjadi senyawa yang lebih stabil dan umumnya mempengaruhi warna batu bata merah.
5. Tanah liat yang mengalami susut kembali disebut susut bakar. Susut bakar diharapkan tidak menimbulkan cacat seperti perubahan bentuk (melengkung), pecah-pecah dan

retak. Tanah liat yang sudah dibakar tidak dapat kembali lagi menjadi tanah liat atau lempung oleh pengaruh udara maupun air.

Bahan dasar pembuatan batu bata merah di Kabupaten Beringin, Lubuk Pakam menggunakan tanah liat dari lahan tanah pertanian (sawah) yang kurang produktif dan ditambahkan dengan tanah berpasir atau pasir kali. Tanah pertanian yang digunakan bisa milik sendiri atau menyewa dari petani dengan perjanjian yang telah disepakati bersama. Pengrajin batu bata merah akan berpindah lokasi jika sudah tidak memungkinkan lagi tanah pertaniannya untuk dipakai sebagai bahan penyusun batu bata merah.

Hampir sebagian besar di kepulauan Jawa pengrajin batu bata menggunakan bahan utama tanah sawah. Tanah sawah yang digunakan tidak memandang masih sawah produkti atau tanah yang tidak produktif. Bahkan lahan yang masih subur tetap diambil tanah lapisan atasnya dan digunakan untuk bahan pembuat batu bata. Permasalahan ini harus segera dicarikan jalan keluarnya.

B. Bahan Tambah

Bahan tambah atau campuran dalam pembuatan batu bata merah digunakan untuk memperbaiki kualitas tanah liat atau bahan penolong yang akan dijadikan sebagai bahan mentah supaya menjadi bahan yang plastis. Bahan mentah batu bata merah terdiri dari bahan dasar berupa tanah liat dengan atau tanpa menggunakan bahan campuran. Bahan-bahan campuran yang biasa digunakan, seperti abu sekam, pasir kali, sekam padi, serbuk gergaji kayu, kotoran hewan, maupun semen merah. Sedangkan bahan campuran yang digunakan dalam penelitian ini adalah abu pembakaran ampas tebu karena berbutir halus dan jumlahnya banyak.

Menurut Yudha Romadono Manfaat dari penggunaan bahan campuran sebagai berikut:

1. Sekam padi, serbuk gergaji berfungsi sebagai Mempermudah proses pembakaran dan membentuk pori-pori.
2. Pasir, Pasir kali berfungsi sebagai Mengurangi penyusutan dan mempermudah pengeringan.
3. Air berfungsi sebagai Mempermudah proses pengolahan, dapat melunakkan tanah liat yang keras dan menambah sifat plastis (*workability*)

Air yang memenuhi persyaratan pembuatan beton juga baik untuk air dalam pembuatan batu bata. Air yang dapat digunakan untuk pembuatan dan perawatan beton

tersebut harus tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam, bahan-bahan organis atau bahan-bahan lain yang dapat merusak beton, menurut PBI 1971 N. I – 2. (Departemen Pekerjaan Umum, 1979).

Bahan tambah atau campuran dalam pembuatan batu bata merah digunakan untuk memperbaiki kualitas tanah liat atau bahan penolong yang akan dijadikan sebagai bahan mentah supaya menjadi bahan yang plastis. Bahan mentah batu bata merah terdiri dari bahan dasar berupa tanah liat dengan atau tanpa menggunakan bahan campuran. Bahan-bahan campuran yang biasa digunakan, seperti abu sekam, pasir kali, sekam padi, serbuk gergaji kayu, kotoran hewan, maupun semen merah. Sedangkan bahan campuran yang digunakan dalam penelitian ini adalah abu pembakaran ampas tebu karena berbutir halus dan jumlahnya banyak. Manfaat dari penggunaan bahan campuran akan dijelaskan pada tabel 2.1

Tabel. Manfaat Bahan Campuran dalam Pembuatan Batu Bata Merah

Jenis bahan campuran	Manfaat
1. Sekam padi, serbuk gergaji, blotong	Mempermudah proses pembakaran dan membentuk pori-pori
2. Pasir, Pasir kali	Mengurangi penyusutan dan mempermudah pengeringan
3. Air	Mempermudah proses pengolahan, dapat melunakkan tanah liat yang keras Menambah sifat plastis (<i>workability</i>)

Batu bata abu pembakaran ampas tebu adalah bahan bangunan dinding berupa bata yang berbahan dasar tanah liat (*clay*) dan abu ampas tebu dari pabrik gula, dicetak dengan pemadatan, pengeringan tanpa dibakar (*non bakar*) Atau dengan pembakaran, Jika tanpa pembakaran dipergunakan setelah berumur 28 hari dan jika dengan pembakaran dipergunakan setelah dibakar pada umur bata 28 hari. Aplikasi bata abu ampas tebu adalah sebagai dinding pemikul atau sebagai dinding pengisi dan bata tempelan, yang dapat diekspos pada dinding rumah murah, rumah mewah atau pada kompleks perumahan real estate. Bata abu ampas tebu mempunyai kuat tekan minimal 50 kg/cm², tahan air dan dapat diproduksi sesuai dengan kebutuhan disain arsitektural

Batu bata abu ampas tebu adalah bahan bangunan yang efisien energi, ramah lingkungan mempunyai thermal properties yang sesuai dengan iklim tropis lembab, dan merupakan bahan bangunan struktural maupun nonstruktural.

Bata Ringan

Dalam rumus teknik, berdasarkan kuat tekan beton dibagi menjadi dua kategori yaitu beton nonstruktur dan beton struktur. Sedangkan berdasarkan berat jenis beton (specific gravity) ada beton normal dan beton ringan. Jenis beton ringan (lightweight concrete) dipilah lagi berdasarkan komposisi campuran yaitu beton ringan berkerikil, tidak berkerikil dan tanpa berkerikil halus.

Karena berat jenis sangat rendah maka beton ringan menjadi pilihan negara-negara maju untuk membangun gedung, jembatan dan bangunan lepas pantai. Di beberapa kawasan Asia dan Eropa, sejak puluhan tahun memanfaatkan beton ringan sebagai bahan bangunan. Selama ini hanya batu bata biasa (bata normal) yang digunakan kontraktor dan penduduk untuk bahan bangunan sebagai dinding pengisi (*nonstructural*). Bata tersebut terbuat dari tanah liat (bata merah) dan juga dari semen campuran. Bangunan yang rusak karena gempa ditentukan oleh struktur bangunan. Struktur berarti tiang-tiang beton pada dinding konstruksi. Kerusakan bangunan karena gempa bukan disebabkan oleh dinding pengisi atau nonstruktur.

Pada dasarnya bangunan itu ditentukan pada struktur atau rangka beton dengan tulang besi (reinforced concrete) dan kekuatannya relatif besar. Bukan pada dinding yang hanya merupakan bagian pengisi. Gedung yang memakai bata ringan seperti batafoam sebagai dinding pengisi akan mengurangi dari risiko rusak atau rubuh akibat gempa karena massanya lebih ringan. Salah satu kelebihan material ini adalah ringan bobotnya. Bobotnya yang ringan membuat anggaran bangunan bisa ditekan. Ringannya material dinding. Volume elemen struktur seperti kolom, balok, plat lantai dan pondasi bisa dikurangi karena beban yang menumpunya ringan. Ringannya beban ini disyaratkan untuk mendapatkan struktur bangunan tahan gempa. Jika material pendukung bangunan berat dan terjadi keruntuhan akibat gaya gempa, beratnya material tersebut akan berbahaya bagi penghuninya (system beton ringan).

The Tensile Strength of Hooked Brick

Marwahyudi , S. Pd , M.T¹

Interior Design Program , Faculty of Design , Sahid Surakarta University
Jl Adi Sucipto 154 , Surakarta , Central Java , Indonesia 57144

Abstract

The abundance of waste material in the process of making sugar needs a serious treatment . This is due to the fact that the economic value can be taken by the society from those waste. This study aims to find a design of lighter bricks that have good tensile strength.

This research method is visual observation and measurement of tensile strength from the bricks. Visual observations covers (1) the color produced, (2) water absorption (3) swell shrinkage. The data obtained from visual observations are analyzed and compared one each other. Meanwhile, in measurement of tensile strength from brick, this study will attempt to make the two samples groups of bricks. The first group is the brick with added material filter cake and the second one is the ordinary brick . Then , the two groups will analyze based on compressive strength.

Moreover, the bricks are weighted to obtain their weight. Weight bricks will affect the burden that will be loaded by construction . If the brick is lighter, it will be also lighter burden received by the construction . The results of this study shows that the admixture brick with added material filter cake is better and melt so the mixture looks like smoothly in their mixing . The admixture result also consists bagasse fiber. Finally, it does not need the addition of a mixture of straw.

It is important to take a note that if the filter cake still contains active lime so the brick will expand and produce hollow bricks . Then , if this brick is burnt, it will results the brick that crack and easily break. Therefore, it is important to think that the content of lime in using filter cake whether the lime is still active or inactive.

The color resulting of the brick with filter cake is darker than pure soil bricks . However , when it is seen by the layman , the results of the bricks has same color. It is due to the fact that there is only less difference.

Keyword: brick, tensile strength, filter cake

1.Introduction

Sugar mills results a lot of waste material . The results of waste product is about 1/3 of the sugar cane processed. This phenomenon needs to be examined and looked for beneficial solution to the sugar mill and the surrounding community . Thus, it will be happened the mutual interest and mutual respect both those elements. Finally, the harmony in the society will make the stability of environment. Based on observations to the craft man who made the brick that still use the materials of agricultural land as base material, the use of agricultural land as base material in making bricks will disturb the fertility of agricultural land. Therefore, utilization of waste material of sugar cane process can be tried as an alternative.

One of the waste results of sugar cane process is filter cake . Filter cake is solid and warm of sugar factory waste

material. In sugar factory, filter cake is not used maximally. It is because the utilization often as hoard land. Therefore, researcher hopes that the filter cake can be given economic value. It can be done by changing into valuable materials or objects of art. Even, the researcher will try to make the brick lighter .

The brick resulted from the ash of burning bagasse cane is building materials. It has base material clay and ash bagasse from the sugar mill. Brick is made with compaction, drying without/with burned. If the process in making brick without burning, brick is used after the age of 28 days. In contrast, the bricks will be used before 28 days if the process in making brick with burning. The Applications ash bagasse brick is as a buffer and a patching wall that can be exposed in the simple wall and luxury homes or in residential real estate complex. The bagasse ash brick has a compressive strength at least 50 kg / cm². It also has waterproof and can be produced in accordance with the needs of architectural design. Bagasse ash brick is building materials that efficient in energy, environmentally friendly and also has thermal properties corresponds to the humid tropical climate. It is also as structural and non-structural building materials.

A.Sugarcane waste material

According *Risvan* ^[14] Sugar factory in Indonesia in 2007 amounted to 59. Sugar cane production in 2008 for the East Java reached 17 million tons . Besides produce sugar, cane processing also produces shoots cane, bagasse, filter cake and molasses as a byproduct. Bagasse is generally used as fuel of boiler. However, according to the rules of efficient sugar mills, it can save 34.6 % of used steam and earn as much as 39 % bagasse residue.

Even, he ^[14] states that the byproducts obtained directly at the various stages in processing sugar cane is filter cake. Filter cake ,in purification processing of sap, is deposited in the clarifier. It will generate gross sap which is processed in a rotary vacuum filter .This tool will be produced sap filter and sediment which is usually called a “filter cake”. Filter cake from PG sulfites has the average moisture content 67 % , 3 % pol levels , while the moisture content of PG carbonation levels of 53 % and 2 % pol . Filter cake can be used among others for animal feed , fertilizer and wax factory . The most profitable use today is as a fertilizer in the sugar cane fields .

B.Brick

The brick is included in building materials. It has function in making screen or wall. Since the wall is not a construction so that the walls can be made from wood, asbestos and wood waste. Quality brick by Dana Foundation

Normalization Indonesia NI - 10 (1978) related to a red brick as a building material can be seen in table below:

Table 1. Quality Of Red Related To Brick Compressive Strength NI – 10

Number	Quality of Compressive Strength	average (Kg/cm ²)
1	Level I	More than 100
2	Level II	100-80
3	Level III	80-60

Source: NI-10, 1978

Table 2. Brick Compressive Strength

Kelas	The minimum average of Compressive Strength from 30 brick tested		Variation coefficient is allowed from the average of Compressive Strength brick tested
	Kg / cm ²	N / mm ²	
25	25	2,5	25
50	50	5	22
100	100	10	22
150	150	15	15
200	200	20	15
250	250	25	15

Source : PEDC, 1993, *Pengujian Bahan*, PEDC, Bandung^[4]

C.Adding material

Added material or mixture in the manufacture of red bricks is used to improve the quality of the clay as raw material in order to be a plastic material . The raw material of a red brick consists base material clay with or without use of a mixture . The commonly added materials used as mixture material , such as the ash rice husk , river sand, rice husk , sawdust , manure , or red cement while the material mixture

used in this study is the burning of ash bagasse because of the fine grained and numerous.

According *Yudha Romadono*, the benefits of the use of a mixture material as follows :

1. Rice husk , sawdust serves to simplify the process of combustion and form pores .
2. Sand , river sand serves as Reducing shrinkage and facilitate drying .
3. Water serves as the sstreamlining of processing , can soften the hard clay and increase the plasticity (workability)

Water fill in requirements of concrete production. it is also good for manufacturing of bricks . Water used for manufacture and maintenance of concrete should not contain oils , acids , alkalis , salts , organic materials or other materials that can damage the concrete , according to *PBI 1971 N. I - 2*. (*Departement Pekerjaan Umum , 1979*)^[2] .

D.The Testing Of Strength Bricks

The tools used to facilitate data collection associated with a tensile strength of bricks is a compression test machine .



II.Method

A.Observation Visual

The study involved local craft man. It has an the objective in order to there is involvement of the local community. How to manufacture and ripening uses the same a process that has been implemented by craft man . However, in this research, the brick will be added with filter cake, reduce soil and also uses the local commonly craft man method. It means that the local craft man will be able and easy to apply the results of this study.

Visual observation includes : 1) the color produced , 2) water absorption 3) swell shrinkage . Data obtained from visual observation is analyzed and compared with each other .

B.The Tensile Strength

In the second phase of this research study , the researchers makes two groups of samples bricks . The first is group of brick with filter cake as added material and the second is ordinary brick . Both groups are analyzed their Compressive Strength.

After that, both of the bricks is need to be weighed to obtain the weight of the bricks . Weight bricks will affect the burden that will be loaded by construction. if The brick is lighter, it will be also lighter burden received by the construction

III.Analysis and Discussion

After two groups of samples of bricks were made , both compared to the results of the visual observation .

A.Visual observation

Visual observation of the researchers did was emphasize the color ; water absorption ; swell shrinkage .



Figure 1: filter cake brick



Figure 2: filter cake brick

Visual observation result can be seen in the table 3 below:

Table 3. Observation result and visual analysis

Number	Explanation	Ordinary	Added material filter cake
1	color	yellowish	The more filter cake results the more black color
2	water absorption	Middle	The quantity of filter cake is more
3	Swell shrinkage	low	The quantity of filter cake is bigger

Source: Penelitian hibah bersaing tahun ketiga

Brick admixture with added material filter cake that better and melt so the mixture looks like smoothly in their mixing the resulting mixture also consists bagasse fiber so it does not need the addition of a mixture of straw. The mixture with filter cake is easier in mixing than all the paddy soil.

It should be remembered that if the filter cake still contains active lime so the brick will expand and produce

hollow bricks . Then , if this brick is burnt, it will results the brick that crack and easily break. Therefore, it is important to think that the content of lime in using filter cake whether the lime is still active or inactive.

The color resulting of the brick with filter cake is darker than pure soil bricks . However , when it is seen by the layman , the results of the bricks has same color. It is due to the fact that there is only less difference.

B.The weight of brick

The weight of bricks is showed in table 4

Tabel 4. Dispersion of weight brick

Data	Ordinary brick	Filter cake brick
1	1700	1510
2	1500	1310
3	1600	1500
4	1650	1470
5	1770	1700
6	1670	1480
7	1710	1799
8	1750	1560
9	1690	1500
10	1680	1600
11	1660	1480
12	1600	1300
13	1760	1400
14	1650	1500
15	1740	1600
16	1640	1470
17	1580	1390
18	1680	1490

19	1650	1500
20	1880	1490
21	1670	1480
22	1750	1460
23	1670	1470
24	1580	1500
25	1710	1520

Source: Penelitian hibah bersaing tahun kedua^[16]

Researcher makes graphics of weight bricks to easily in viewing the results .

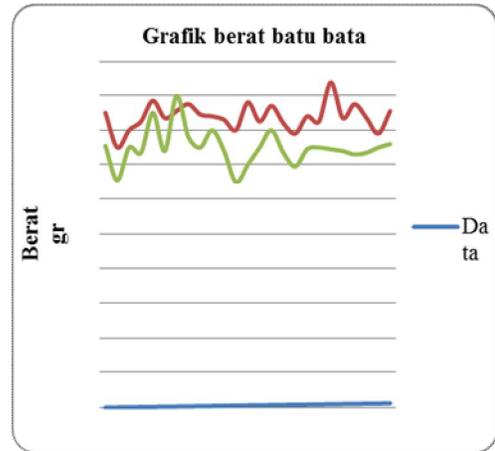


Figure 4: The grafik of weight brick

Tabel 5. The weight average in gram.

Number	Heavy		Difference
	Heavy average	average	
	Ordinary brick	Brick with filter cake	
1	1677.6	1499.16	178.44

Source: Penelitian hibah bersaing tahun kedua^[16]

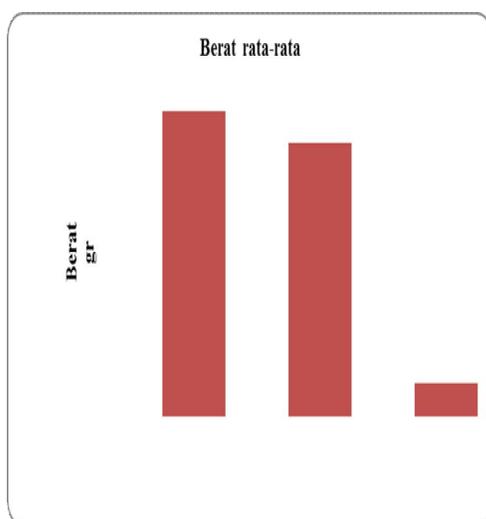


Figure 5: the graphic of average weight brick

IV.conclusion

The conclusion that can be derived from this study are

- (1) Visually filter cake has a content of bagasse , sulfur , lime , a little water , ash and glucose .
- (2) The more added filter cake material will produce a dark color and the brick will be curved .
- (3) filter cake contains residues that make bricks fibrous .
- (4) filter cake can become material for environmentally friendly bricks .
- (5) The more filter cake added makes the more moisture absorption .
- (6) active Limestone lead bricks expand and become hollow brick .
- (7) The bricks with added filter cake material is lighter than regular brick .
- (8) The average weight of ordinary brick is 1677.6 grams.
- (9) The average weight of a brick with added material filter cake is 1499.16 grams .
- (10) the measurement of ordinary brick reached 13.5 kN .
- (11) Measurement brick type 1 reached 22.3 kN and type 2 to 17 kN .

V.Suggestion

Researcher hopes (1) the factory facilitate an explanation of waste utilization . (2) The factory will help the bricks craft man related on this technology . (3) Community brick craft man can use the results of this research to the manufacture of bricks . (4) since the sugar mill waste contains many useful potential , the researchers envision people preparing industrial potential of waste . (5) The development of similar research .

Acknowledgments

I would like to thank to directorate general of ministry of education of Indonesia for financially supported the research in the form of grant research.

References

- [1] Asroni, A. 2001. *Struktur Beton*, Penerbit UMS, Surakarta.
- [2] Departemen Pekerjaan Umum.1971. *Standar Beton Bertulang Indonesia*, N. 1.-2, Penerbit Yayasan LPMB, Bandung.
- [3] Departemen Pekerjaan Umum.1991. *Standar Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, SK SNI T-15-1991-03, Penerbit Yayasan LPMB, Bandung.
- [4] Departemen Pekerjaan Umum. 1993. *Pedoman Standarisasi Dan Pedoman Penyelenggaraan Pembangunan Gedung Negara*, Penerbit DPU, Jakarta.
- [5] Hadi, S. 2000. *Statistik*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- [6] <http://karya-ilmiah.um.ac.id/index.php/TS/article/view/1629> diakses tanggal 12 Pebruari 2010.
- [7] http://repository.gunadarma.ac.id:8000/Ary_&_Yenny_810.pdf diakses tanggal 12 Pebruari 2010.
- [8] <http://www.whfoods.com/genpage.php?tname=nutrientprofile&dbid=85> diakses tanggal 12 Pebruari 2010.
- [9] <http://wartawarga.gunadarma.ac.id/2009/11/1/page/12/> diakses tanggal 12 Pebruari 2010.
- [10] <http://www.google.com/search?hl=id&q=kandungan+tetes+tebu&start=10&sa=N> diakses tanggal 12 Pebruari 2010.
- [11] http://www.kpbptn.co.id/news.php?lang=0&news_id=3146 diakses tanggal 12 Pebruari 2010.
- [12] http://molase01.blogspot.com/2007_10_01_archive.html diakses tanggal 13 Pebruari 2010.
- [13] <http://id.answers.yahoo.com/question/index?qid=20080422175013AAOpk81> diakses tanggal 13 Pebruari 2010.
- [14] <http://www.risvank.com/2009/03/pemanfaatan-produk-hasil-samping-pabrik-gula/>diakses tanggal 13 Pebruari 2010.
- [15] Lumantara, B. 2001. *Analisis Dinamis Dan Gempa*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- [16] Marwahyudi (2012-2014) “*Pemanfaatan Limbah Pabrik Gula Serat Alami Dan Molasses Sebagai Bahan Meningkatkan Kuat Tekan Penganti Fungsi Semen Dan Pembuatan Bata Mosaik.*” Penelitian Hibah Bersaing, DIKTI- Kementerian Pendidikan Nasional Jakarta.
- [17] Marwahyudi. 2003. *Analisis Pasca Gempa Gedung LP3 Sahid Surakarta*, Tesis S2 Magister Teknik Sipil UMS.
- [18] Moestopo. 1998. *Teknik Pemeliharaan Dan Perawatan*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [19] Pramana, A. 2008. *Selayang Pandang Tentang Molase*, Blog Anggit Pramana.
- [20] Sudjana, N. 1996. *Metode Statistik*, Penerbit Tarsito, Bandung.
- [21] Suhendro, B. 2003. *Infrastructure Management System*, Seminar Nasional Penanggulangan, Pendeteksian dan Penyelesaian Kerusakan Pada Bangunan Sipil, Surakarta.
- [22] Somantri, A. dan Ali Muhidin, S.. 2006. *Statistik Dan Penelitian*, Penerbit Pustaka Setia, Bandung.
- [23] Tjokrodimulyo, K. 1996. *Teknologi Beton*, Penerbit Nafiri, Yogyakarta.
- [24] Utama, H. dan Irsyad, S.B,2006. *Pengaruh Penambahan Tetes Tebu Pada Semen DalamUsaha Peningkatan Kualitas Stabilitas Tanah Lempung*, Penerbit Pdd news Indocement, Bandung.
- [25] www.indocement.co.id/ppdnews/edition 2006-02. diakses tanggal 12 Pebruari 2010..

PANDUAN PRAKTIKUM TEKNOLOGI BAHAN KONSTRUKSI



**PROGRAM STUDI DESAIN INTERIOR
FAKULTAS SENI RUPA dan DESAIN
UNIVERSITAS SAHID SURAKARTA
2014**

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	1
KETENTUAN PRAKTIKUM	2
TATATERTIB	3
BAB I. PEMERIKSAAN KANDUNGAN LUMPUR DALAM PASIR (Cara volume endapan ekivalen)	4
BAB II. PEMERIKSAAN LUMPUR DALAM PASIR (Cara Ayakan Nomor 200)	6
BAB III. PEMERIKSAAN ZAT ORGANIS DALAM PASIR	8
BAB IV. PEMERIKSAAN MODULUS HALUS BUTIRAN PASIR	10
BAB V. PEMERIKSAAN BERAT SATUAN PASIR	12
BAB VI. PEMERIKSAAN SSD PASIR	14
BAB VII. BERAT JENIS PASIR	17
BAB VIII. PEMERIKSAAN MODULUS HALUS BUTIRAN KERIKIL	19
BAB IX. KANDUNGAN LUMPUR DALAM KERIKIL	23
BAB X. BERAT SATUAN KERIKIL	26
BAB XI. BERAT JENIS KERIKIL	28
BAB XII. KADAR GARAM BATA MERAH	31
BAB XIII. UJI KUAT TEKAN BATA	33
BAB XIV. PENGUJIAN WAKTU PENGIKATAN AWAL SEMEN (UJI VICAT)	35
BAB XV. PEMBUATAN ADUKAN BETON	39
BAB XVI. PEMERIKSAAN SLAM BETON SEGAR	42
BAB XVII. PEMBUATAN SILINDER BETON	45
BAB XVIII. PENGUJIAN BLEEDING	48
BAB XIX. PENGUJIAN KUAT TEKAN SILINDER BETON	50

KETENTUAN PRAKTIKUM

Setiap praktikan Lab Bahan Konstruksi wajib mentaati tata tertib sebagai berikut:

1. KELENGKAPAN PRAKTIKAN PRAKTIKUM

Praktikan wajib membawa kelengkapan berikut:

- a) Modul praktikum
- b) Buku Catatan
- c) Alat tulis dan kalkulator

2. PERSIAPAN SEBELUM PRAKTIKUM

Sebelum melaksanakan praktikum Bahan Konstruksi, praktikan harus mempersiapkan diri dengan melakukan hal-hal berikut:

- a) Membaca dan memahami isi panduan/modul praktikum,
- b) Mengerjakan Tugas Pendahuluan
- c) Mengerjakan hal-hal yang harus dikerjakan sebelum praktikum dilaksanakan,

3. SELAMA PRAKTIKUM

Setelah dipersilahkan masuk dan menempati bangku dan meja kerja, praktikan haruslah:

- a) Praktikan hadir tepat waktu dan menandatangani daftar hadir,
- b) Praktikan wajib mengikuti tata tertib dan menjaga K3,
- c) Mengikuti dan mengerjakan *pre test*,
- d) Memperhatikan dan mengerjakan setiap pengujian dengan waktu sebaik- baiknya,
- e) Mengikuti petunjuk dosen, laboran dan teknisi,
- f) Mendokumentasikan dalam buku catatan dan buku laporan sementara,
- g) Setelah selesai praktikum, maka praktikan membuat laporan sementara dan dikumpulkan pada dosen.

4. SETELAH PRAKTIKUM

Setelah menyelesaikan percobaan, praktikan harus

- a) Memastikan laporan sementara sudah di tandatangani oleh dosen,
- b) Membersihkan, merapihkan, dan mengembalikan alat alat yang telah digunakan untuk praktikum pada tempatnya

TATA TERTIB

Setiap Mahasiswa yang menggunakan Lab. Bahan Konstruksi baik praktikum maupun penelitian harus mentaati Tata Tertib sebagai berikut :

1. Memakai pakaian kerja (baju praktikum) dan bersepatu,
2. Berdisiplin yang tinggi,
3. Mempelajari buku modul/panduan praktikum dan mengikuti petunjuk Dosen/Laboran/Teknisi,
4. Bersihkan dan siapkan peralatan sebelum praktek, serta simpanlah peralatan pada meja kerja dengan baik dan teratur, agar peralatan tidak berserakan di lantai,
5. Pusatkan perhatian/pikiran pada waktu melaksanakan praktek.
6. Kehadiran selama praktek **harus 100%**. (**Tidak hadir saat praktikum mengulang tahun berikutnya**),
7. Selama melakukan praktek tidak dibenarkan bercanda, tidur, makan/minum dan merokok,
8. Tidak meninggalkan Laboratorium selama praktek berlangsung tanpa seijin Dosen/Laboran/Teknisi atau Kepala Laboratorium.
9. Selama istirahat Mahasiswa harus di luar Laboratorium serta peralatan/mesin dalam keadaan mati dan diletakkan pada tempat yang benar.
10. Saling menjaga keselamatan kerja dan kerja sama yang baik dalam satu kelompok (group) maupun satu kelas.
11. Laporan sementara dikumpulkan pada akhir praktek sesuai batas waktu yang ditentukan.
12. Bersihkan dan periksa semua kelengkapan peralatan praktek setelah digunakan dan dikembalikan kepada bagian peralatan dalam keadaan utuh seperti saat pengambilan.
13. Peralatan yang rusak/pecah/hilang akibat kesalahan mahasiswa saat praktek menjadi tanggung jawab mahasiswa.
14. Setelah praktikum berakhir, mahasiswa wajib membersihkan ruangan laboratorium.

BAB I

PEMERIKSAAN KANDUNGAN LUMPUR DALAM PASIR

(Cara volume endapan ekivalen)

1.1 Pendahuluan

Pasir adalah butiran – butiran mineral yang dapat lolos ayakan 4,8 mm dan tertinggal di atas ayakan 0,075 mm. Didalam pasir juga masih terdapat kandungan – kandungan mineral yang lain seperti tanah dan *silt*. Pasir yang digunakan untuk bahan bangunan harus memenuhi syarat yang telah ditentukan didalam (PUBI). Pasir yang dapat digunakan sebagai bahan bangunan, jika kandungan lumpur tidak lebih dari 5%. Dengan cara endapan ekivalen kadar lumpur dalam pasir yang dinyatakan dalam (%) dapat diketahui secara cepat.

1.2 Tujuan

Pemeriksaan pasir dengan cara volume endapan ekivalen bertujuan untuk mengetahui besarnya kadar lumpur dalam pasir tersebut.

1.3 Benda Uji

- a. Pasir sebanyak 450 cc.
- b. Air (sesuai dengan kebutuhan).

1.4 Alat

Gelas ukur (*Tachimetri*), dengan volume 1000 cc.

1.5 Pelaksanaan

- a. Gelas ukur diisi dengan pasir yang telah disediakan sampai 450 cc kemudian ditambah dengan air sampai 900 cc.
- b. Tutup gelas ukur sampai rapat kemudian dikocok – kocok 60 kali.
- c. Diamkan selama kurang lebih 1 jam.
- d. Catat endapan lumpur yang berada diatas pasir (berapa cc ketebalannya).

1.6 Laporan

Banyaknya endapan diatas pasir, secara kasar dapat dinyatakan dengan menganggap bahwa 10 cc endapan ekivalen dengan 1 berat lumpur yang terkandung di dalam pasir.

LAPORAN SEMENTARA
PEMERIKSAAN KANDUNGAN LUMPUR DALAM PASIR
(Cara Volume Endapan Ekivalen)

Benda Uji :

a. Pasir asal :

Hasil Pengujian :

a. Volume endapan lumpur sekitar :cc

b. Kandungan lumpur dalam pasir sekitar : %

Kesimpulan :

a. Berdasarkan kandungan lumpur ini, pasir memenuhi / tidak memenuhi (*)
(PUBI 1982 Pasal 11).

Catatan :

(*) Coret yang tidak perlu.

Tanggal :

Waktu :

Kelompok :

Asisten jaga :

Asisten,

Mahasiswa,

() ()

BAB II

PEMERIKSAAN LUMPUR DALAM PASIR

(Cara Ayakan Nomor 200)

2.1 Pendahuluan

Pasir adalah butiran – butiran mineral yang dapat lolos ayakan 4,8 mm dan tertinggal di atas ayakan 0,075 mm. Didalam pasir juga masih terdapat kandungan – kandungan mineral yang lain seperti tanah dan slit. Pasir yang digunakan untuk bahan bangunan harus memenuhi syarat yang telah ditentukan didalam (PUBI). Pasir yang dapat digunakan sebagai bahan bangunan, jika kandungan lumpur didalamnya tidak lebih dari 5%. Dengan cara endapan ekuivalen kadar lumpur dalam pasir yang dinyatakan dalam (%) dapat diketahui secara cepat.

2.2 Tujuan

Pemeriksaan pasir dengan cara ayakan nomor 200 bertujuan untuk mengetahui besarnya kadar lumpur (tanah liat dan silt) dalam pasir tersebut.

2.3 Benda Uji

Pasir kering tungku yang lewat ayakan 4.8 mm seberat 500 gr

2.4 Alat

- a. Ayakan no. 200.
- b. Ayakan 4.8 mm.
- c. Nampan pencuci.
- d. Tungku pengering (oven).
- e. Timbangan dengan ketelitian 0.1 % .

2.5 Pelaksanaan

- a. Ambil pasir kering tungku yang lewat ayakan 4.8 mm seberat 500 gr (B1)
- b. Masukkan pasir tersebut ke dalam nampan pencuci dan tambahkan air secukupnya sampai semuanya terendam
- c. Goncang – goncangkan nampan, kemudian tuangkan air cucian ke dalam ayakan no. 200 (butir – butir besar dijaga jangan sampai masuk ke ayakan supaya tidak merusak ayakan)
- d. Ulangi langkah (c) sampai cucian tampak bersih
- e. Masukkan kembali butir – butir pasir yang tersisa di ayakan no. 200 ke dalam nampan, kemudian masukkan ke dalam tungku untuk dikeringkan kembali
- f. Timbang kembali pasir setelah kering tungku (B2)

2.6 Laporan

Hitunglah kandungan lumpur pada pasir uji tersebut

LAPORAN SEMENTARA
PEMERIKSAAN KANDUNGAN LUMPUR DALAM PASIR
(Cara ayakan no.200)

Benda Uji :

- a. Pasir asal :
- b. Berat pasir semula (kering tungku) : gr (B1)

Hasil Pengayakan :

- a. Berat pasir setelah dicuci (kering tungku) : gr (B2)

Kesimpulan :

- a. Kandungan lumpur : $\frac{B_1 - B_2}{B_1} \times 100 \% = \dots\dots\dots \%$

- a. Berdasarkan kandungan lumpur ini, pasir memenuhi / tidak memenuhi (*)
(PUBI 1982 Pasal 11).

Catatan :

(*) Coret yang tidak perlu .
Hitungan dilampirkan

Tanggal :
Kelompok :

Waktu :
Asisten jaga :

Asisten,

Mahasiswa,

(.....) (.....)

BAB III

PEMERIKSAAN ZAT ORGANIS DALAM PASIR

3.1 Pendahuluan

Pemeriksaan ini merupakan cara untuk mengetahui adanya kotoran organis yang melekat pada pasir alam, yang akan mempengaruhi mutu mortar atau beton yang dibuat. Warna gelap yang terjadi pada hasil pemeriksaan ini tidak dapat digunakan sebagai tolok ukur apakah pasir tersebut dapat digunakan dalam adukan, karena warna gelap tersebut bisa berasal dari arang atau mangaan yang terkandung dalam pasir tersebut.

3.2 Tujuan

Pada prinsipnya pemeriksaan ini dapat digunakan untuk menentukan apakah perlu diadakan pemeriksaan lebih lanjut atau tidak, misalnya untuk pemeriksaan keawetan dan kekuatan beton yang dibuat dengan menggunakan pasir ini.

3.3 Benda Uji

Pasir dengan volume 130 ml

3.4 Alat

- a. Gelas ukur (*Tachimetri*) yang mempunyai tutup dari karet atau yang lain, yang tidak larut dalam larutan NaOH 3 %, dengan volume 500 ml.
- b. Warna standar (Tinto meter).
- c. Larutan NaOH 3%. Larutan ini dibuat dengan melarutkan 3 bagian berat NaOH dalam 97 bagian berat air suling.

3.5 Pelaksanaan

- a. Masukkan benda uji ke dalam gelas ukur.
- b. Tambahkan larutan NaOH 3% dan setelah dikocok isinya harus mencapai 200 ml.
- c. Kemudian diamkan selama 24 jam dan setelah itu bandingkan warna cairan di atas endapan pasir dengan warna standar.

3.6 Laporan

Laporkan warna cairan yang tampak di atas pasir, apakah lebih muda, sama, atau lebih tua dari warna standar.

LAPORAN SEMENTARA
PEMERIKSAAN KANDUNGAN ZAT ORGANIS DALAM PASIR

Benda Uji :

a. Pasir asal :

Hasil Pengujian :

a. Warna air di atas pasir lebih muda / lebih tua (*) dari warna standar.

Kesimpulan :

a. Berdasarkan kandungan zat organis ini, pasir memenuhi / tidak memenuhi
(*) (PUBI 1982 Pasal 11).

Catatan :

(*) Coret yang tidak perlu.

Tanggal :

Waktu :

Kelompok :

Asisten jaga :

Asisten,

Mahasiswa,

() ()

BAB IV

PEMERIKSAAN MODULUS HALUS BUTIRAN PASIR

4.1 Pendahuluan

Pemeriksaan ini adalah salah satu cara untuk mengetahui nilai variasi butiran suatu agregat. Variasi butiran agregat dapat mempengaruhi kelecakan dari mortar beton, apabila agregat halus yang terdapat dalam mortar terlalu banyak akan menyebabkan lapisan tipis dari agregat halus dan semen akan naik ke atas.

4.2 Tujuan

Untuk mengetahui nilai variasi butiran pasir.

4.3 Benda Uji

Benda uji yang digunakan adalah pasir kering tungku dengan berat minimum menurut SNI 03-1968-1990 adalah:

*) Ukuran maksimum 4,76 mm; berat minimum 500 gram

*) Ukuran maksimum 2,38 mm; berat minimum 100 gram

4.4 Alat

- a. Satu set ayakan 4.75 mm, 2.36 mm, 1.18 mm, 0.6 mm, 0.3 mm, 0,15 mm dan sisa.
- b. Sieve saker.
- c. Timbangan.
- d. Kuas pembersih ayakan.
- e. Cawan.

4.5 Pelaksanaan

- a. Ambillah pasir kering tungku dengan berat 500 gr.
- b. Masukkan pasir ke dalam set ayakan.
- c. Pasanglah satu set ayakan ke dalam *sieve saker* kemudian digetarkan 15 menit.
- d. Ambillah ayakan dari *sieve saker*, kemudian ambil dan timbanglah pasir yang tertinggal dari masing – masing tingkat ayakan.

4.6 Laporan

Laporkan nilai modulus halus butiran yang didapat dari hasil pemeriksaan (dari hasil penimbangan pasir yang tertinggal dari masing – masing ayakan).

LAPORAN SEMENTARA
PEMERIKSAAN MODULUS HALUS BUTIRAN PASIR

Benda Uji :

- a. Pasir asal :
- b. Berat pasir yang diperiksa : gr

Hasil Pengayakan :

Lubang	Berat tertinggal		Berat kumulatif	Berat Kumulatif
	(gr)	(%)		
4.75
2.36
1.18
0.60
0.30
Jumlah

Kesimpulan :

- a. Modulus halus :
- b. Gradasi pasir masuk daerah (*)
- | | |
|-----|--------------|
| I | (kasar) |
| II | (agak kasar) |
| III | (agak halus) |
| IV | (halus) |

Diagram gradasi digambarkan pada halaman berikut

Catatan :

(*) Coret yang tidak perlu

Tanggal :

Waktu :

Kelompok :

Asisten jaga :

Asisten,

Mahasiswa,

(.....) (.....)

BAB V**PEMERIKSAAN BERAT SATUAN PASIR****5.1 Pendahuluan**

Perbandingan antara berat dan volume pasir termasuk pori – pori antara butirannya disebut berat volume atau berat satuan.

5.2 Tujuan

Pemeriksaan ini dimaksud untuk mengetahui cara mencari berat satuan pasir.

5.3 Benda Uji

Benda uji menurut SNI 03-1969-1990 adalah Pasir atau kerikil sekurang – kurangnya sama dengan kapasitas bejana.

5.4 Alat

- a. Timbangan dengan ketelitian maksimum 0.1 % berat benda uji.
- b. Nampan besar.
- c. Tongkat pemadat dari baja tahan karat panjang 60 cm, diameter 16 mm dan ujungnya bulat.
- d. Mistar perata.
- e. Bejana baja yang kaku, berbentuk silinder dengan ukuran seperti Tabel 5. berikut ini :

Tabel 5. Ukuran Bejana dan Ukuran Batuan yang diuji

Ukuran bejana minimum	Jenis	
	Pasir	Kerikil / campuran
Diameter bejana (mm)	Ø221.5 x 245	Ø255 x 280
Volume (liter)	9.467	14.182

5.5 Pelaksanaan

- a. Timbang berat bejana (B1) dan ukur diameter serta tinggi bejana.
- b. Masukkan pasir /kerikil ke dalam bejana sebanyak 3 lapis dengan tiap lapis dipadatkan masing-masing sebanyak 25 kali.
- c. Ratakan permukaan pasir /kerikil dengan menggunakan mistar perata.
- d. Timbang berat bejana dengan pasir /kerikil tersebut (B2).

5.6 Laporan

Laporan berupa hasil hitungan berat satuan pasir dan kerikil dalam kg/cm³

LAPORAN SEMENTARA
PEMERIKSAAN BERAT SATUAN PASIR

Benda Uji :

- a. Pasir asal :
- b. Diameter maksimum : mm
- c. Keadaan pasir : kering tungku / agak basah / jenuh kering muka / basah (*)

Hasil Pengujian :

- a. Berat bejana (B_1) : kg
- b. Berat pasir (B_2) : kg
- c. Ukuran bejana : diameter bagian dalam : mm
tinggi bagian dalam : mm

Kesimpulan :

- a. Berat pasir $B_3 = B_2 - B_1$: kg
- b. Berat satuan pasir $= \frac{B_3}{\text{volume bejana}_1}$: kg/cm³

Catatan :

(*) Coret yang tidak perlu
Hitungan dilampirkan

Tanggal :
Kelompok :

Waktu :
Asisten jaga :

Asisten,

Mahasiswa,

(.....) (.....)

BAB VI

PEMERIKSAAN SSD PASIR

6.1 Pendahuluan

Pasir merupakan bahan pengisi beton sehingga perlu diperiksa dengan menggunakan uji SSD. Dengan pemeriksaan SSD ini akan diperoleh pasir yang sesuai sebagai bahan campuran adukan beton, yang berhubungan dengan sedikit atau banyaknya air yang dikandung oleh pasir tersebut.

6.2 Tujuan

Mengetahui benda uji termasuk dalam jenis pasir kering, pasir basah atau pasir ideal (SSD).

6.3 Benda Uji

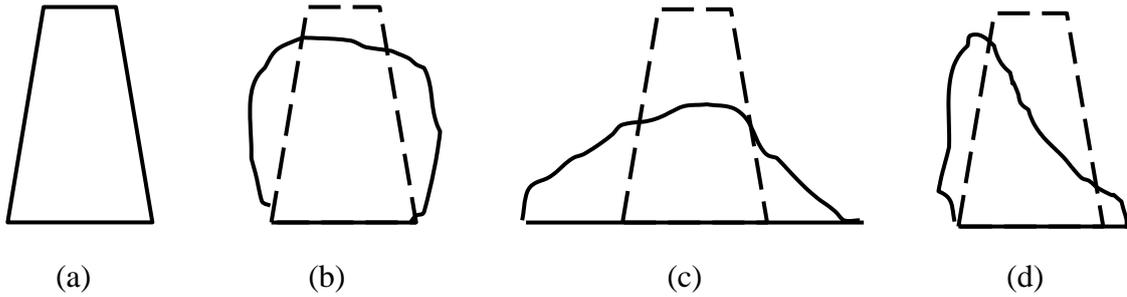
Berupa pasir., diameter pasir yang diuji 0.15 mm – 5 mm.

6.4 Alat

- a. Kaliper.
- b. Corong.
- c. Tongkat pemadat.
- d. Nampan.

6.5 Pelaksanaan

- a. Corong cetakan diletakkan di tempat yang rata, dan kering.
- b. Corong cetakan diisi dalam 3 lapis, masing – masing sekitar 1/3 volume corong.
- c. 1/3 lapis pertama dimasukkan ke dalam corong kemudian ditusuk – tusuk dengan menggunakan batang baja diameter 16 mm, panjang 60 cm, ujungnya bulat. Sebanyak 25 kali.
- d. Penusukan harus merata selebar permukaan dan tidak boleh sampai masuk ke dalam lapisan pasir sebelumnya.
- e. Setelah lapis pasir yang terakhir selesai proses penusukannya kemudian diratakan sehingga rata dengan sisi atas cetakan (corong).
- f. Ditunggu sekitar 30 detik, kemudian corong cetakan ditarik ke atas dengan pelan – pelan dan hati – hati sehingga benar – benar tegak ke atas.
- g. Kriteria benda uji ;



keterangan ;

- (a) Corong SSD Pasir.
- (b) Pasir Basah.
- (c) Pasir Kering.
- (d) Pasir SSD(kondisi ideal).

6.6 Laporan

Laporkan SSD pasir yang dibuat dengan SSD apakah pasir tersebut termasuk basah, kering dan ideal.

LAPORAN SEMENTARA
PEMERIKSAAN SSD PASIR

Benda Uji :

a. Pasir asal :

Alat :

a. Corong kerucut : diameter dasar :cm.
diameter atas :cm.
tinggi :cm.

Hasil Pengujian :

a. Kondisi Pasir : Basah (.....).
Kering (.....).
Ideal/SSD (.....)*.

*) Diberi tanda () untuk jawaban yang sesuai.

b. Sketsa bentuk benda uji setelah selesai pengujian.
(gambarkan dilembar yang lain).

Kesimpulan :

Pasir harus (dikeringkan / diberi air)

*** Catatan :**

(*) Coret yang tidak perlu

Sket gambar dilampirkan

Tanggal :

Waktu :

Kelompok :

Asisten jaga :

Asisten,

Mahasiswa,

(.....) (.....)

BAB VII

BERAT JENIS PASIR

7.1 Pendahuluan

Pemeriksaan berat jenis dan SSD pasir merupakan hal yang penting untuk mengetahui pasir tersebut telah memenuhi syarat atau belum untuk bahan campuran adukan beton.

7.2 Tujuan

Untuk menentukan “bulk and apparent” berat jenis (*specific gravity*) dan penyerapan (*absorption*) dari agregat halus (pasir) menurut prosedur ASTM C128. Nilai ini diperlukan untuk menetapkan besarnya komposisi volume agregat dalam adukan beton.

7.3 Benda Uji

Benda uji berupa pasir SSD

7.4 Alat

- a. Alat
- b. Tabung Volumetric flush 1000 ml
- c. Tungku pengering (oven)
- d. Loyang

7.5 Pelaksanaan

- a. Tabung ukur diisi air sampai line akhir
- b. Ditimbang, kemudian air dikeluarkan
- c. Sediakan pasir SSD sebanyak 500 gr
- d. Masukkan pasir SSD ke dalam tabung ukur dan jangan sampai tumpah
- e. Setelah itu dimasukkan air sampai line akhir
- f. Digoyang – goyang sampai udara nampak keluar
- g. Diberi air sampai line akhir
- h. Air dikeluarkan dari tabung ukur
- i. Pasir dikeluarkan dari tabung ukur dan dikeringkan selama 36 jam

7.6 Laporan

- a. Tuliskan asal pasir
- b. Berat pasir + tabung ukur + air
- c. Berat pasir SSD
- d. Berat tabung ukur + air
- e. Berat pasir kering tungku

LAPORAN SEMENTARA

BERAT JENIS PASIR

Benda Uji :

a. Asal pasir :

Hasil Pengujian :

- a. Berat pasir + tabung ukur + air : gr (A)
- b. Berat pasir SSD : gr (B)
- c. Berat tabung ukur + air : gr (C)
- d. Berat pasir kering tungku : gr (D)

Kesimpulan :

- a. Berat jenis kering tungku $\left(\frac{D}{((C + B) - A)} \right)$:
- b. SSD pasir kering tungku $\left(\frac{B}{((C + B) - A)} \right)$:

c. Menurut berat jenis dan SSD pasir, benda uji memenuhi / tidak memenuhi syarat (*), untuk berat jenis pasir SSD yang baik adalah 2.4 – 2.9)

Catatan :

(*). Coret yang tidak perlu
Hitungan dilampirkan

Tanggal :

Waktu :

Kelompok :

Asisten jaga :

Asisten,

Mahasiswa,

() ()

BAB VIII**PEMERIKSAAN MODULUS HALUS BUTIRAN KERIKIL****8.1 Pendahuluan**

Pemeriksaan ini adalah salah satu cara untuk mengetahui nilai variasi butiran suatu agregat. variasi butiran agregat kasar dapat mempengaruhi kelecakan dari mortar beton, apabila agregat kasar yang terdapat dalam mortar terlalu banyak akan menyebabkan keropos pada beton.

8.2 Tujuan

Untuk mengetahui nilai variasi butiran kerikil.

8.3 Benda Uji

Berdasarkan SNI 03-4142-1996 Berat Minimum Untuk Sampel dapat dilihat pada Tabel 8. Berikut ini:

Tabel 8. Kebutuhan Minimum Benda Uji Modulus Halus Kerikil

Ukuran Maksimum Agregat	Ukuran Saringan	Berat Kering Minimum Benda Uji Gram
	Ukuran Saringan	Gram
2"	100mm – 19 mm	35.000
# 467	50 mm – 4,76 mm	20.000
# 67	25 mm – 2,38 mm	10.000

8.4 Alat

- Satu set ayakan 38.1 mm, 25 mm, 19 mm, 9.5 mm, 6.3 mm, 4,75 mm, 2,36 mm dan sisa.
- Alat getar ayakan.
- Timbangan.
- Kuas pembersih ayakan.
- Cawan.

8.5 Pelaksanaan

- Ambillah kerikil dengan berat 2000 gr.
- Masukkan kerikil ke dalam set ayakan.
- Pasanglah set ayakan ke dalam alat getar ayakan kemudian digetarkan 15 menit.
- Ambillah ayakan dari atas alat getar, kemudian ambil dan timbanglah pasir yang tertinggal dari masing – masing tingkat ayakan.

8.6 Laporan

Laporkan nilai modulus halus butiran yang didapat dari hasil pemeriksaan (dari hasil penimbangan kerikil yang tertinggal dari masing – masing ayakan).

LAPORAN SEMENTARA
PEMERIKSAAN MODULUS HALUS BUTIRAN KERIKIL

Benda Uji :

Kerikil asal :

Berat Kerikil yang diperiksa : gr

Ukuran Butiran : 76,5 – 19 mm

Hasil Pengayakan :

Lubang	Berat tertinggal		Berat kumulatif	Berat Kumulatif
	(gr)	(%)		
76,20				
63,5				
37,50				
12,00				
19,10				
sisanya				
Jumlah

Kesimpulan :

- a. Modulus halus :
- b. Gradasi Kerikil masuk daerah (*): I
II

Diagram gradasi digambarkan pada halaman berikut

Catatan :

(* Coret yang tidak perlu

Tanggal : Waktu :

Kelompok : Asisten jaga :

Asisten,

Mahasiswa,

(.....) (.....)

BAB IX**PEMERIKSAAN LUMPUR DALAM KERIKIL****(Cara Ayakan Nomor 200)****9.1 Pendahuluan**

Pengujian jumlah Bahan dalam agregat yang lolos ayakan no 200 (0,075 mm) dimaksudkan sebagai acuan dan pegangan dalam pelaksanaan pengujian untuk menentukan jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan no 200 (0,075 mm) dengan cara pencucian.

9.2 Tujuan

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memperoleh persentase jumlah bahan dalam agregat kasar yang lolos saringan no 200 (0,075 mm), sehingga berguna bagi perencana dan pelaksana pembangunan jalan/gedung.

9.3. Dasar Teori

SNI 03-4142-1996; PUBI 1982.

9.4 Benda Uji

Berdasarkan SNI 03-4142-1996 Berat Minimum Untuk Sampel dapat dilihat pada Tabel 9. Berikut ini:

Tabel 9. Kebutuhan Minimum Benda Uji Modulus Halus Kerikil

Ukuran Maksimum Agregat		Berat Kering Minimum
Ukuran Saringan	mm	Benda Uji Gram
3/8	9,50	1000
3/4	19,00	2500
$\geq 1\ 1/2$	$\geq 38,10$	5000

9.5 Alat

- Saringan yang terdiri dari dua ukuran yang bagian bawah dipasang saringan no 200 (0,075 mm) dan di atasnya saringan no 16 (1,18 mm)
- Wadah tempat mencuci dengan kapasitas yang dapat menampung benda uji sehingga pada waktu pengadukan (pelaksanaan pencucian) benda uji dan air pencuci tidak mudah tumpah.
- Timbangan dengan ketelitian maksimum 0,01% dari berat benda uji.
- Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai suhu ($100 \pm 5^{\circ}\text{C}$)

9.6 Pelaksanaan

- a. Timbang wadah tanpa benda uji
- b. Timbang benda uji dan masukkan ke dalam wadah
- c. Masukkan air yang sudah berisi sejumlah bahan pembersih ke dalam wadah, sehingga benda uji terendam air
- d. Aduk benda uji dalam wadah sehingga menghasilkan pemisahan yang sempurna antara butir-butir kasar dan bahan halus yang lolos saringan no 200 (0,075 mm). Usahakan bahan halus tersebut menjadi melayang di dalam larutan air pencuci sehingga mempermudah memisahnya.
- e. Tuangkan air pencuci dengan segera diatas saringan no 16 (1,18 mm) yang dibawahnya dipasang ayakan no 200 (0,075 mm). Pada waktu menuangkan air pencuci harus hati-hati supaya bahan yang kasar tidak ikut tertuang
- f. Ulangi pekerjaan butir (c), (d), dan (e) sehingga tuangan air pencuci terlihat jernih.
- g. Kembalikan semua benda uji yang tertahan saringan no 16 (1,18 mm) dan no 200 (0,075 mm) ke dalam wadah lalu keringkan dalam oven dengan suhu $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ sampai mencapai berat tetap dan timbang sampai ketelitian maksimum 0,01% dari berat contoh
- h. Hitung persentase bahan yang lolos saringan no 200 (0,075 mm).

9.7 Laporan

Hitunglah kandungan lumpur pada pasir uji tersebut

LAPORAN SEMENTARA
PEMERIKSAAN KANDUNGAN LUMPUR DALAM KERIKIL
(Cara ayakan no.200)

Benda Uji :

- a. Kerikil asal :
- b. Berat kerikil semula (kering tungku) : gr (B1)

Hasil Pengayakan :

- a. Berat kerikil setelah dicuci (kering tungku) : gr (B2)

Kesimpulan :

- a. Kandungan lumpur : $\frac{B_1 - B_2}{B_1} \times 100 \%$: %
- b. Berdasarkan kandungan lumpur ini, kerikil memenuhi / tidak memenuhi (*) (PUBI 1982 Pasal 11).

Catatan :

(*) Coret yang tidak perlu .

Hitungan dilampirkan

Tanggal :

Waktu :

Kelompok :

Asisten jaga :

Asisten,

Mahasiswa,

(.....) (.....)

BAB X**PEMERIKSAAN BERAT SATUAN KERIKIL****10.1 Pendahuluan**

Perbandingan antara berat dan volume pasir termasuk pori – pori antara butirannya disebut berat volume atau berat satuan.

10.2 Tujuan

Pemeriksaan ini dimaksud untuk mengetahui cara mencari berat satuan kerikil.

10.3 Benda Uji

Benda uji menurut SNI 03-1969-1990 adalah Pasir atau kerikil sekurang – kurangnya sama dengan kapasitas bejana.

10.4 Alat

- a) Timbangan dengan ketelitian maksimum 0.1 % berat benda uji.
- b) Nampan besar.
- c) Tongkat pemadat dari baja tahan karat panjang 60 cm, diameter 16 mm dan ujungnya bulat.
- d) Mistar perata.
- e) Bejana baja yang kaku, berbentuk silinder dengan ukuran seperti Tabel 10. berikut ini :

Tabel 10. Ukuran Bejana dan Ukuran Batuan yang diuji

Ukuran bejana minimum	Jenis	
	Pasir	Kerikil / campuran
Diameter bejana (mm)	Ø221.5 x 245	Ø255 x 280
Volume (liter)	9.467	14.182

10.5 Pelaksanaan

- a. Timbang berat bejana (B1) dan ukur diameter serta tinggi bejana.
- b. Masukkan pasir /kerikil ke dalam bejana sebanyak 3 lapis dengan tiap lapis dipadatkan masing-masing sebanyak 25 kali.
- c. Ratakan permukaan pasir /kerikil dengan menggunakan mistar perata.
- d. Timbang berat bejana dengan pasir /kerikil tersebut (B2).

10.6 Laporan

Laporan berupa hasil hitungan berat satuan pasir dan kerikil dalam kg/cm³

LAPORAN SEMENTARA
PEMERIKSAAN BERAT SATUAN KERIKIL

Benda Uji :

- a. Kerikil asal :
- b. Diameter maksimum : mm.
- c. Keadaan kerikil : kering tungku/agak basah/jenuh kering muka/ basah (*)

Hasil Pengujian :

- a. Berat bejana (B_1) : kg.
- b. Berat bejana berisi kerikil (B_2) : kg.
- c. Ukuran bejana : diameter bagian dalam : mm.
tinggi bagian dalam : mm.

Kesimpulan :

- a. Berat kerikil $B_3 = B_2 - B_1$: kg.
- b. Berat satuan kerikil $= \frac{B_3}{\text{volume bejana}_1}$: kg/cm³

Catatan :

(*) Coret yang tidak perlu
Hitungan dilampirkan

Tanggal :
Kelompok :

Waktu :
Asisten jaga :

Asisten,

Mahasiswa,

(.....) (.....)

BAB XI**BERAT JENIS KERIKIL****11.1 Pendahuluan**

Pemeriksaan berat jenis kerikil merupakan hal yang penting untuk mengetahui kerikil tersebut telah memenuhi syarat atau belum untuk bahan campuran adukan beton.

11.2 Tujuan

Untuk menentukan “*bulk and apparent*” berat jenis (*specific gravity*) dan penyerapan (*absorption*) dari agregat kasar (kerikil) menurut prosedur ASTM C127. Nilai ini diperlukan untuk menetapkan besarnya komposisi volume agregat dalam adukan beton.

11.3. Dasar Teori

ASTM C 127, ASTM Book Of Standars, PUBI 1982, SNI1969 Tahun 2008

11.4 Benda Uji

Kerikil jenuh kering muka sebanyak yang diperoleh dari bahan yang diproses melalui alat pemisah atau cara perempatan. Butiran agregat yang lolos ayakan No. 4 tidak dapat digunakan. Berat contoh uji untuk pengujian berat Jenis kerikil dapat dilihat pada Tabel 11. Berikut ini.

Tabel 11. berat contoh minimal untuk tiap ukuran nominal maksimum agregat

Ukuran Nominal Maksimum		Berat minimum dari contoh uji
mm	Inchi	(Kg)
150	(6)	125
125	(5)	75
112	(4 ½)	50
100	(4)	40
90	(3 ½)	25
75	(3)	18
63	(2 ½)	12
50	(2)	8
37,5	(1 ½)	5
25	(1)	4
19	(¾)	3
≤12,5	(≤ 1/2)	2

11.5 Alat

- a. Timbangan dengan ketelitian 0,5 gram yang mempunyai kapasitas minimal 5 kg.
- b. Keranjang besi diameter 203,2 mm (8") dan tinggi 63,6 mm (2,5")
- c. Alat penggantung keranjang
- d. Oven
- e. Handuk / kain lap.

11.6 Pelaksanaan

- a. Benda uji direndam selama 24 jam.
- b. Benda uji dibuat jenuh kering muka (kondisi SSD) dengan menggulungkan/ mengelap permukaan butiran agregat.
- c. Timbang berat contoh kondisi SSD = (A)
- d. Benda Uji dimasukkan kedalam keranjang dan direndam kembali dalam air. Temperatur air dijaga (23°C), dan kemudian ditimbang, setelah keranjang digoyang-goyangkan dalam air untuk melepaskan udara yang terperangkap. Hitung berat contoh kondisi jenuh = (B)
- e. Benda uji dikeringkan pada temperatur $100\pm 5^{\circ}\text{C}$. Setelah didinginkan, kemudian ditimbang. hitung berat benda uji pada kondisi kering = (C)

11.7 Laporan

- a. Tuliskan asal Kerikil
- b. Berat kerikil SSD
- c. Berat kerikil dalam air
- d. Berat kerikil kering tungku

LAPORAN SEMENTARA
BERAT JENIS KERIKIL

Benda Uji :

a. Asal Kerikil :

Hasil Pengujian :

a. Berat kerikil SSD : gr (A)

b. Berat kerikil dalam air : gr (B)

c. Berat kerikil kering tungku : gr (C)

Perhitungan :

a. Berat jenis mutlak $\frac{C}{(C-B)}$:

b. Berat jenis Kering Tungku $\frac{C}{(A-B)}$:

c. Berat jenis SSD $\frac{A}{(A-B)}$:

d. Persentase penyerapan (*absorption*) $\frac{A-C}{C} \times 100\%$:

Tanggal :

Waktu :

Kelompok :

Asisten jaga :

Asisten,

Mahasiswa,

(.....) (.....)

BAB XII

KADAR GARAM BATA MERAH

12.1 Pendahuluan

Bata merah dibuat dari tanah dengan atau tanpa bahan campuran lainnya yang dibakar pada suhu yang cukup tinggi hingga tidak hancur lagi bila direndam dalam air. Pemeriksaan ini juga ditujukan untuk mengetahui apakah bata memenuhi syarat atau tidak sebagai Bahan Konstruksi.

12.2 Tujuan

Untuk mengetahui kandungan garam dalam bata merah

12.3 Benda Uji

Benda uji berupa bata merah

12.4 Alat

Bak plastic

12.5 Pelaksanaan

- a. Masukkan air ke dalam bak plastik.
- b. Masukkan bata merah ke dalam bak plastik tersebut hingga kurang dari separuhnya nampak di atas air.
- c. Amati bercak-bercak putih pada bata dan ukur berapa tingginya.

12.6 Laporan

Tuliskan apakah bata merah memenuhi / tidak memenuhi syarat bahan bangunan (syarat < 50 % dari panjang bata yang berdiri).

LAPORAN SEMENTARA
KADAR GARAM BATA MERAH

Benda Uji :

- a. Jenis benda uji :
- b. Ukuran benda uji (p) : cm
(l) : cm
(t) : cm

Hasil Pengujian :

Tinggi bercak – bercak putih : cm

Kesimpulan :

- a. Kandungan garam ($\frac{m}{p} \times 100 \%$) : %
- b. Menurut kandungan garamnya, bata tersebut memenuhi / tidak memenuhi syarat, (syarat yang tercantum dalam PUBI 1982 adalah < 50 % dari panjang bata waktu berdiri) (*)

Tanggal :

Waktu :

Kelompok :

Asisten jaga :

Asisten,

Mahasiswa,

(.....) (.....)

BAB XIII

PEMERIKSAAN UJI KUAT TEKAN BATA

13.1 Pendahuluan

Bata merah dibuat dari tanah liat dengan atau tanpa campuran bahan lain, yang dibakar pada suhu yang cukup tinggi hingga tidak hancur bila direndam dalam air.

13.2 Tujuan

Untuk mengetahui kelas kuat dan koefisien variasi bata merah

13.3 Benda Uji

Bata merah

13.4 Alat

- a. Cetok.
- b. Alat Pengaduk.
- c. Ember air.
- d. Gergaji.
- e. Mistar.

13.5 Pelaksanaan

- a. Ambil semen dan pasir dengan perbandingan 1 : 4.
- b. Campur semen dan pasir kemudian diaduk sampai rata.
- c. Setelah rata kemudian beri air sedikit demi sedikit sehingga kelecakan yang diinginkan dapat dicapai.
- d. Bata merah dipotong menjadi 2 bagian.
- e. Letakkan mortar di atas potongan bata yang satu kemudian potongan bata yang lain diletakkan di atasnya dengan arah serat bersilangan.

13.6 Laporan

- a. Jenis benda uji
- b. Asal benda uji
- c. Kuat tekan rata – rata
- d. Kuat variasi rata – rata

LAPORAN SEMENTARA
UJI KUAT TEKAN BATA

Benda Uji :

- a. Jenis benda uji :
- b. Asal benda uji :
- c. Ukuran benda uji (p) : cm
(l) : cm
(t) : cm

Hasil dan Kesimpulan :

- a. Kekuatan tekan rata – rata bata yang diuji : Kgf/cm²
- b. Koefisien variasi rata – rata bata yang diuji : %
- c. Termasuk kelas 25, 50, 100, 150, 200, 250, (*), lihatlah PUBI 1982 Tabel 27 – 3.

Catatan :

(*) Coret yang tidak perlu
Hitungan dilampirkan

Tanggal :
Kelompok :

Waktu :
Asisten jaga :

Asisten,

Mahasiswa,

(.....) (.....)

BAB XIV

PENGUJIAN WAKTU PENGIKATAN AWAL SEMEN

14.1 Pendahuluan

Metode ini dimaksudkan sebagai acuan dan pegangan untuk melakukan pengujian waktu ikat awal semen portland untuk pekerjaan sipil.

14.2 Tujuan

Tujuan dari pengujian ini untuk mendapatkan nilai waktu ikat awal yang digunakan untuk menentukan mutu semen portland

1. Alat dan bahan
 - a) Semen
 - b) Air bersih
 - c) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gr
 - d) Alat vicat
 - e) Jarum vicat dengan \varnothing 1mm
 - f) Cincin dari ebonit
 - g) Mixer (pengaduk)
 - h) Gelas ukur
 - i) Stopwatch
 - j) Mangkok/cawan
 - k) Sendok semen
 - l) Sarung tangan dari karet

2. Langkah Kerja

Pengujian dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- I. Pencampuran

- a) Timbang semen sebanyak 400 gr.
 - b) Ukur air sebanyak 24-28% dari benda uji.
 - c) Letakan pengaduk dan mangkok kering dalam posisi mengaduk pada mesin pengaduk.
 - d) Masukkan air kedalam mangkok pengaduk.
 - e) Masukkan semen kedalam air.
 - f) Catat waktu semen masuk kedalam air tersebut.
 - g) Tunggu selama 30 detik agar air merasuk kedalam semen.
 - h) Jalankan mesin pada kecepatan rendah (140 ± 5) putaran/menit selama 30 detik.
 - i) Hentikan mesin pengaduk selama 15 detik, dan selama itu kumpulkan pasta

semen yang menempel pada dinding mangkok.

- j) Jalankan mesin pengadung dalam kecepatan sedang (285 ± 10) putaran/menit dan campurlah selama 1 menit.

II. Pencetakan

- a) Bentuklah pasta semen tadi menjadi bola dengan kedua tangan (yang memakai sarung tangan karet), lemparkan 6 kali dari tangan satu ketangan yang lain dengan jarak sekitar 15cm.
- b) Pegang cincin ebonite dengan tangan kiri, dengan posisi lobang yang kecil menempel tangan kiri.
- c) Tekan bola pasta tadi dengan satu telapak tangan (kanan) kedalam lobang cincin ebonite yang besar, sampai pasta semen terasa menempel pada tangan kiri.
- d) Ambil kelebihan pasta pada lobang cincin yang besar dengan sekali gerakan tangan kanan.
- e) Letakan cincin dengan lobang yang besar terletak pada permukaan kaca/plastik.
- f) Potong kelebihan pasta pada lobang yang kecil dengan sekali gerakan tepi pisau aduk pada permukaan cincin.
- g) Selama pekerjaan pemotongan dan penghalusan, hindarkan tekanan pada pasta semen.

III. Penentuan waktu pengikatan

- a) Segera setelah selesai mencetak, letakan benda uji kedalam ruang lembab dan biarkan selama 30 menit.
- b) Lakukan pengujian penetrasi dengan jarum vicat diameter 1mm selama 30 detik. Pada setiap 15 menit.
- c) Jarak antara titik penetrasi tidak boleh kurang dari 6,4mm.
- d) Jarak titik terdekat dengan dinding dalam cetakan, tidak kurang dari 9,5mm.
- e) Waktu pengikatan awal tercapai, bila penetrasi ± 25 mm

IV. Cara Melakukan Penetrasi

- a) Tempatkan ujung jarum penetrasi tepat menyentuh permukaan atas pasta semen.
- b) Letakan benda uji kedalam ruang lembab dan biarkan selama 30 menit.
- c) Setel penunjuk tepat pada angka nol (0), kencangkan sekrupnya.
- d) Buka sekrup pengencang tadi dan biarkan meluncur selama 30 detik.
- e) Setelah 30 detik kencangkan kembali sekrup pengunci dan baca penurunan yang terjadi

- f) Lakukan pengujian penetrasi dengan jarum vicat diameter 1mm selama 30 detik.
Pada setiap 15 menit.
- g) Jarak antara titik penetrasi tidak boleh kurang dari 6,4mm.
- h) Jarak titik terdekat dengan dinding dalam cetakan, tidak kurang dari 9,5mm.
- i) Waktu pengikatan awal tercapai, bila penetrasi ± 25 mm

LAPORAN SEMENTARA
PENGUJIAN WAKTU PENGIKATAN AWAL SEMEN

Benda uji :

Data Alat

Diameter Atas Corong (cm)	Diameter Bawah Corong (cm)	Kedalaman Tinggi Corong (cm)
.....
.....
.....
.....

Tabel Pengujian Pengikatan Awal Semen

Waktu (menit)	Penurunan (mm) pada kandungan air				
	24%	25%	26%	27%	28%
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					

Tanggal :

Waktu :

Kelompok :

Asisten jaga :

Asisten,

Mahasiswa,

(.....) (.....)

BAB XV

PEMBUATAN ADUKAN BETON

15.1 Pendahuluan

Pada percobaan ini diuraikan cara – cara mencampur bahan – bahan dasar pembuatan campuran beton.

15.2 Tujuan

Untuk mengetahui langkah – langkah yang benar dalam pengadukan beton

15.3 Benda Uji

Beton yang dibuat dari semen, kerikil, pasir, dan air

15.4 Alat

- a. Cangkul
- b. Bejana
- c. Sekop
- d. Ember
- e. Timbangan
- f. Tongkat penusuk adukan
- g. Mesin molen

15.5 Pelaksanaan

Pelaksanaan pengadukan adukan beton pada praktikum ini adalah mengikuti langkah – langkah seperti di bawah ini :

a. Pengukuran

Semen portland dan batuan (pasir dan kering kerikil) diukur secara teliti dengan berat atau melalui proses penimbangan, adapun air yang digunakan dapat diukur dengan menggunakan berat atau dengan volumenya (gelas ukur)

b. Pencatatan

Suatu formulir data yang jelas yang memuat bahan yang akan dicampur harus ditetapkan terlebih dahulu. Penimbangan batuan dapat dimulai dari pasir yang halus (apabila diameter pasir dan kerikil dipisahkan menjadi beberapa kelompok) kemudian ditambah dengan batuan yang berdiameter lebih besar (penimbangan dilakukan secara kumulatif). Dengan demikian secara keseluruhan berat pasir dan kerikil tidak berbeda banyak dengan berat rencana, bila dibandingkan dengan cara pasir dan kerikil ditimbang sendiri – sendiri.

c. Cara Penimbangan

1. Sebelum ditimbang batuan (pasir dan kerikil) harus dalam keadaan jenuh kering muka. Timbang batuan (pasir dan kerikil) dengan timbangan yang mempunyai ketelitian sampai 0.1 kg. Batuan diisikan ke dalam sebuah bejana atau tempat lain yang volumenya cukup untuk setengah atau semua batuan (pasir dan kerikil). Bejana itu kemudian ditimbang.
2. Berat kumulatif batuan (pasir dan kerikil) yang dikontrol sebelum bejana diisi dengan kelompok batuan (pasir dan kerikil) yang berbutir lebih besar.
3. Timbang semen portland dengan timbangan yang mempunyai ketelitian sampai dengan 0.001 kg.

d. Cara Pengadukan

1. Sambil mesin aduk diputar (masukkan air sebanyak sekitar 0.80 kali yang direncanakan).
2. Masukkan batuan (pasir dan kerikil) ke dalam mesin aduk, dan masukkan pula semen di atas batuan (pasir dan kerikil) itu.
3. Untuk selanjutnya masukkan air sedikit demi sedikit sampai adukan tampak mempunyai kelecakan (konsistensi) yang cukup.
4. Waktu pengadukan sebaiknya tidak kurang dari 3 menit.
5. Adukan beton segar kemudian dikeluarkan dan ditampung dalam bejana yang cukup besar. Bejana itu harus sedemikian rupa sehingga tidak menimbulkan pemisahan kerikil bila dituang dalam cetakan.

Catatan ;

Bila diinginkan nilai faktor semen yang pasti, maka semen dan air dicampur di luar mesin aduk dengan nilai fas tersebut, kemudian dimasukkan ke dalam mesin aduk sedikit demi sedikit sampai kelecakan tampak cukup.

LAPORAN SEMENTARA
CARA PEMBUATAN ADUKAN BETON

Hasil Pengujian :

Bahan	Merk/asal	Berat satuan	Berat (gr)
Air
Semen
Pasir
Kerikil
Jumlah			

Tanggal :

Waktu :

Kelompok :

Asisten jaga :

Asisten,

Mahasiswa,

(.....) (.....)

BAB XVI

PEMERIKSAAN SLAM BETON SEGAR

16.1 Pendahuluan

Kelecekan (“*consistency*”) beton segar biasanya diperiksa dengan uji slam (“*slump*”). Dengan pemeriksaan slam diperoleh nilai slam yang dipakai sebagai tolok ukur kelecekan beton segar, yang berhubungan dengan tingkat kemudahan pengerjaan beton.

16.2 Tujuan

Untuk mengetahui langkah dan besarnya nilai uji slam

16.3 Benda Uji

Benda uji berupa beton segar yang harus dapat mewakili beton segar yang akan diperiksa. Khusus untuk beton dengan diameter kerikil maksimum > 38 mm maka butiran yang > 38 mm harus dikeluarkan terlebih dahulu dengan ayakan basah.

16.4 Alat

- a. Cetakan, Berupa kerucut terpancung dengan diameter dasar 20 cm, diameter atas 10 cm, dan tinggi 30 cm.
- b. Cetok
- c. Mistar pengukur (Penggaris dari baja)
- d. Alat pemadat
- e. Tatakan untuk dasar cetakan

16.5 Pelaksanaan

- a. Basahi corong cetakan dengan dan kemudian taruhlah di tempat yang rata, basah, tidak menyerap air, dan ruangan cukup bagi pemegang corong untuk secara kuat dan berdiri pada kedua kaki selama pengisian corong dilakukan.
- b. Corong cetakan diisi 3 lapis, masing – masing sekitar $1/3$ volume corong. Dengan demikian tebal beton segar pada setiap kali pengisian sekitar 6 cm, 15 cm, 30 cm. Setiap kali beton segar diisikan ke dalam cetakan, cetok atau sendok digerakkan mengelilingi bagian ujung atas – dalam corong agar diperoleh penyebaran beton segar di dalam corong yang merata. Setiap lapis beton segar ditusuk dengan alat penusuk sebanyak 25 kali. Penusukan diusahakan secara merata selebar permukaan lapisan dan tidak boleh masuk sampai lapis beton sebelumnya.

- c. Setelah lapis beton segar yang terakhir selesai ditusuk, kemudian beton segar dimasukkan lagi ke bagian atas, dan diratakan sehingga rata dengan sisi cetakan. Kemudian alas di sekitar corong dibersihkan dari beton segar yang tercecer.
- d. Setelah ditunggu sekitar 30 detik, kemudian cetakan corong ditarik ke atas dengan pelan – pelan dan hati – hati sehingga benar – benar tegak ke atas.
- e. Pengukuran nilai slam dilakukan dengan ketelitian sampai 0.5 cm dengan menaruh cetakan corong di samping beton segar dan menaruh penggaris (batang baja bergaris) di atasnya sampai di atas beton segarnya.
- f. Benda uji beton segar yang terlalu cair akan tampak, yaitu bentuk kerucutnya hilang sama sekali, “meluncur” dan bila demikian maka nilai slam tidak dapat diukur (hasil pengukuran tidak valid) sehingga pemeriksaan benda uji harus diulang. Beton yang mempunyai perbandingan campuran yang baik, mempunyai kelecakan yang baik, akan menampakkan penurunan bagian atas secara pelan – pelan dan bentuk kerucut semula tidak hilang.

16.6 Laporan

Laporkan besar nilai slam dengan ketelitian sampai 0.5 cm

LAPORAN SEMENTARA
PEMERIKSAAN SLAM BETON SEGAR

Hasil Pengujian :

Bahan	Merk/asal	Berat satuan	Berat (gr)
Air
Semen
Pasir
Kerikil
Jumlah			

Faktor air semen :

Nilai slam : 1. cm

2. cm

3. cm

jadi rata – rata nilai slam adalah cm

Tanggal :

Waktu :

Kelompok :

Asisten jaga :

Asisten,

Mahasiswa,

(.....) (.....)

BAB XVII

PEMBUATAN SILINDER BETON

17.1 Pendahuluan

Silinder beton yang dibuat adalah replikasi dari beton yang digunakan untuk Bahan Konstruksi. Silinder beton ini dibuat dari adukan beton yang akan digunakan, yang merupakan sampel yang akan diujikan di laboratorium. Jumlah silinder beton yang dibuat harus bisa merepresentasikan dari adukan beton yang dibuat sebagai Bahan Konstruksi.

17.2 Tujuan

Untuk mengetahui langkah – langkah pembuatan silinder beton

17.3 Benda Uji

Silinder beton yang dibuat ukuran : diameter 150 mm dan tinggi 300 mm

17.4 Alat

- a. Cetakan silinder berukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm, terbuat dari besi atau baja.
- b. Mesin alat getar
- c. Alat penumbuk / penusuk.
- d. Cetok
- e. Plat perata

17.5 Pelaksanaan

- a. Pemadatan dengan tangan
 1. Pengisian adukan beton dilakukan dalam 3 lapis yang tiap lapis kira – kira bervolume sama
 2. Pengisian dengan cetok dilakukan ke bagian tepi silinder agar diperoleh beton yang simetri menurut sumbunya (keruntuhan timbunan beton dari tepi ke tengah)
 3. Tiap lapis ditusuk – tusuk dengan batang baja penusuk sebanyak 25 kali. Penusukan dilakukan merata ke semua permukaan lapisan dengan kedalaman sampai sedikit masuk ke lapisan sebelumnya. Khusus untuk lapisan pertama, penusukan jangan sampai mengenai dasar cetakan.
 4. Setelah lapis ketiga selesai ditusuk, penuh bagian atas cetakan dengan adukan beton kemudian ratakan dengan tongkat perata hingga permukaan atas adukan rata dengan bagian atas cetakan.
 5. Pindahkan cetakan ke ruangan yang lembab

b. Pemadatan dengan alat getar

1. Untuk pencetakan silinder yang pemadatannya dilakukan dengan alat getar, pengisian adukan beton dilakukan dalam 2 lapis, sedangkan masing – masing lapis kira – kira bervolume sama.
2. Tiap lapis dipadatkan dengan cara memasukkan alat getar ke dalam lapisan beton segar. Pada lapisan pertama, penusukan alat getar harus dijaga jangan sampai mengenai dasar cetakan, adapun pada lapisan kedua penusukan alat getar sampai menusuk lapisan pertama sedalam kira – kira 25 mm.
3. Lama penggetaran tergantung pada nilai kelecakan adukan beton maupun kemampuan alat getarnya. Sebagai gambaran dapat dilakukan 3 kali getaran dengan lama 3 atau 4 detik pada tiap lapisan. Penggetaran dapat dianggap cukup apabila pada permukaan beton segar sudah tampak suatu lapisan air.
4. Pengisian dengan cetok dilakukan ke bagian tepi silinder agar diperoleh beton yang simetri menurut sumbunya (keruntuhan timbunan dari tepi ke tengah). Cetakan jangan diisi terlalu penuh dengan adukan agar jangan sampai mortarnya jatuh ke luar dan kerikilnya masuk ke silinder pada saat digetarkan.
5. Selesai penggetaran lapisan kedua, sedikit beton segar ditambahkan di permukaan dan sedikit dicampur dengan lapisan permukaan beton, kemudian diratakan dengan batang perata agar rata dengan permukaan cetakan.
6. Pindahkan cetakan ke dalam ruangan lembab.

c. Penyimpanan benda uji

1. Benda uji silinder harus dikeluarkan dari cetakan setelah jam sampai 24 jam sejak pencetakan.
2. Bersihkan benda uji dari kotoran yang mungkin melekat, kemudian beri tanda atau sandi agar tidak keliru dengan benda uji yang lain dan timbanglah.
3. Kembalikan benda uji ke dalam ruangan lembab atau tempat penyimpanan yang lain.
4. Bila pembuatan silinder dilakukan di lapangan tempat penuangan beton dikerjakan, setelah benda uji dikeluarkan harus ditutup dengan rapat (misalnya kertas kedap air) dan hindarkan dari sinar panas matahari langsung.

17.6 Laporan

Laporkan berat per meter kubik dari silinder tersebut serta nilai fas dan slam

LAPORAN SEMENTARA
PEMBUATAN SILINDER BETON

Adukan Beton :

Bahan	Merk/asal	Berat satuan	Berat (gr)
Air
Semen
Pasir
Kerikil

Faktor air semen :

Nilai slam : cm

Hasil Pengujian :

Uraian	Slid. 1	Slid. 2	Slid. 3	Slid. 4	Slid. 5
Diameter bagian dalam, mm
Kedalaman cetakan, mm
Berat cetakan kosong, kg
Berat cetakan isi beton segar, kg
Berat beton segar, kg
Berat beton segar per m ³ , kg

Kesimpulan :

Dari ke – 5 silinder diperoleh berat per meter kubik rata – rata =kg.

Ke – 5 silinder setelah 12 – 18 jam dibuka dari cetakan, lalu diberi tanda, kemudian direndam agar lembab sampai saatnya akan diuji tekan .

Tanggal :

Waktu :

Kelompok :

Asisten jaga :

Asisten,

Mahasiswa,

() ()

BAB XVIII

PENGUJIAN BLEEDING

18.1 Pendahuluan

Keenceran suatu campuran (adukan) beton sangat mempengaruhi mudah dan sulitnya pengerjaan di lapangan. Apabilacampuran tersebut terlalu encer, pengerjaanya semakin mudah namun kekuatan beton yang dihasilkan semakin rendah, begitu pula sebaliknya.

18.2 Tujuan

Tujuan dari pengujian ini untuk mengetahui tingkat keenceran suatu campuran beton.

18.3 Benda Uji

Benda uji berupa campuran beton segar yang dipakai dalam pembuatan silinder beton dan pengujian slump.

18.4 Alat

1. Pipet tetes
2. Tabung Ukur 10 ml

18.5 Pelaksanaan

1. Siapkan alat berupa tabung ukur 10 ml dan pipet tetes
2. Ambil air yang berada di atas campuran beton tersebut semaksimal mungkin.
3. Amati berapa ml air yang ada, semakin banyak air maka semakin encer campuran itu

18.6 Laporan

Nilai bleeding yang didapat dalam pencampuran beton.

LAPORAN SEMENTARA
PENGUJIAN BLEEDING PADA CAMPURAN BETON

Hasil Pengujian :

Bahan	Merk/asal	Berat satuan	Berat (gr)
Air
Semen
Pasir
Kerikil
Jumlah			

Faktor air semen :

Nilai slam :

Nilai Bleeding :

Kesimpulan :

Tanggal :

Waktu :

Kelompok :

Asisten jaga :

Asisten,

Mahasiswa,

(.....) (.....)

BAB XIX

PENGUJIAN KUAT TEKAN SILINDER BETON

19.1 Pendahuluan

Mutu beton umumnya ditentukan berdasarkan kuat tekannya. Cara menguji kuat tekan beton dilakukan terhadap benda uji (yang umumnya berupa silinder beton dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm atau kubus dengan sisi 150 mm) setelah umur 28 hari. Berikut ini diuraikan cara melakukan pengujian kuat tekan benda uji tersebut.

19.2 Tujuan

- a. Untuk mengetahui langkah pengujian kuat tekan beton
- b. Untuk mengetahui besarnya nilai kuat tekan beton uji

19.3 Benda uji

Sebagai benda uji ialah silinder beton diameter 150 mm, tinggi 300 mm, atau kubus beton bersisi 150 mm

19.4 Alat

- a. Kaliper untuk mengukur dimensi benda uji.
- b. Timbangan
- c. Alat perata lapis atas silinder (capping). Bila dipakai benda uji kubus tidak diperlukan perataan permukaan ini.

19.5 Pelaksanaan

- a. Carilah data tentang benda uji beton yang akan diuji, antara lain :
 1. faktor semen
 2. nilai slam
 3. cara perawatan dan penyimpanan benda uji
 4. kapan dibuat atau berapa umur benda uji. (berdasarkan data tersebut, perkirakanlah kuat tekannya)
- b. Bila benda uji berupa silinder, ukurlah diameter rata-rata silinder ditengah tengah tingginya, dan ukur pula tinggi rata – ratanya dengan ketelitian sampai 0.1 mm (dengan kaliper).
- c. Timbanglah dengan ketelitian sampai 0.005 kg
- d. Ratakan permukaan beton dengan memberi lapisan perta pada permukaan dengan bahan yang tersedia, ratakan bahan perata itu dengan kaca atau plat. Tunggu sampai lapisan perata ini keras dan cukup kuat.

- e. Uji sampel dengan kecepatan pembebanan 2kg/cm^2 s/d 4 Kg/cm^2 (SNI 03-1974-1990) hingga benda uji hancur.
- f. Catat beban maksimum yang dihasilkan dan gambarkan sketsa keruntuhan benda uji.

19.6 Laporan

- a. Buatlah sketsa pecahnya silinder beton.
- b. Hitunglah besarnya kuat tekan tekan beton silnder uji.

LAPORAN SEMENTARA
UJI KUAT TEKAN SILINDER BETON

Benda Uji :

Bahan adukan : (kutiplah dari laporan praktikum pengadukan beton)

Bahan	Merk/asal	Berat satuan	Berat (gr)
Air
Semen
Pasir
Kerikil

Faktor air semen :

Nilai slam : cm

Bahan :

Silinder beton dengan spesifikasi :

Berat : kg

Tinggi : mm

Diameter 1 : mm

Diameter 2 : mm

Diameter rata – rata : mm

Hasil Pengujian :

a. Luas tamapang : cm²

b. Berat jenis : kg/cm³

c. Beban maksimum : kg

d. Kuat tekan : kg/cm²

e. Lama pembebanan : detik

f. Kecepatan pembebanan : kg/cm² detik

Tanggal :

Waktu :

Kelompok :

Asisten jaga :

Asisten,

Mahasiswa,

(.....) (.....)