

SKRIPSI

PEMANFAATAN LIMBAH AMPAS TEBU SEBAGAI BAHAN CAMPURAN DALAM PEMBUATAN GENTENG BETON

**Diajukan Untuk Syarat Dalam Sidang Sarjana
Universitas Medan Area**

Disusun Oleh :

FUAD AZIZI

15.811.0076



PROGRAM STUDY TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

2020

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 27/12/21

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Dipindai dengan CamScanner
Access From (repository.uma.ac.id)27/12/21

HALAMAN PENGESAHAN
PEMANFAATAN LIMBAH AMPAS TEBU SEBAGAI BAHAN
CAMPURAN DALAM PEMBUATAN GENTENG BETON

SKRIPSI

OLEH :

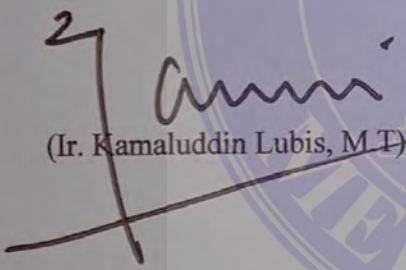
FUAD AZIZI

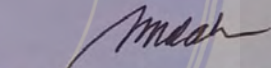
NPM : 15.811.0076

DISETUJUI OLEH :

Pembimbing I

Pembimbing II


(Ir. Kamaluddin Lubis, M.T)


(Ir. Nurmaidah, M.T)

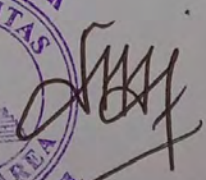
MENGETAHUI :

Dekan Fakultas

Kaprodi Teknik Sipil



(Dr. K. Dina Maizana, MT)



(Susilawati, S.Kom, M.Kom)

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri, adapun bagian-bagian tertentu dalam penelitian skripsi yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah di tulis sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 21 Oktober 2021



Fuad azizi
15.811.0076

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK**

Sebagai civitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fuad azizi

NPM : 15.811.0076

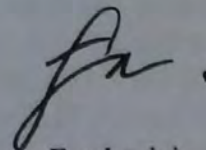
Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas *Royalti Noneksklusif (Non-Exklusif Royalti-Free Right)* atas karya ilmiah saya yang berjudul : Pemanfaatan limbah ampas tebu sebagai bahan campuran dalam pembuatan genteng beton. Dengan hak bebas Royalti Non eksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan, 21 Oktober 2021



Fuad azizi

15.811.0076

Abstrak

Genteng beton merupakan penutup atap yang baik, namun genteng beton ini harganya mahal dan berat. Sementara ini disekitar kita banyak bahan limbah serat tebu yang berlimpah yang memiliki kuat tarik yang tinggi. Serat tebu yang memiliki kuat tarik yang tinggi berpotensi sebagai bahan tambah dalam campuran genteng beton agar menghasilkan genteng yang lebih kuat dan ringan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan serat tebu terhadap : (1) rembesan genteng serat (2) penyerapan air atau porositas (3) penyerapan panas pada genteng beton dan kualitas genteng beton dengan bahan tambah serat tebu dan genteng beton tanpa bahan tambah. Analisis data yang sudah dilakukan dari pengujian kemudian dibandingkan dengan SNI dan PUBI. Hasil dari penelitian ini menggunakan bahan tambah serat tebu dengan perbandingan 1 semen : 2 kapur mill : 2,5 pasir sedangkan untuk penambahan serat tebu berbeda-beda yaitu persentasenya dari 0 %; 0,6 %; 1,2 %; dan 1,8% dari berat pasir yang digunakan. Hasil pengujian rembesan genteng beton dengan penambahan serat tebu 0 %; 0,6 %; 1,2 %; dan 1,8% semuanya tidak terjadi rembesan. Hasil pengujian penyerapan air rata-rata genteng beton pada penambahan serat tebu (0 % = 6,05%) ; (0,6 % = 7,53 %) ; (1,2 % = 8,19 %) dan (1,8 % = 9,07 %). Hasil sifat tampak genteng beton pada penambahan serat tebu 0 %; 0,6 %; 1,2 % tidak terdapat retak rongga dan cacat lainnya, sedangkan pada penambahan serat tebu 1,8 % terdapat retak dan rongga.

Kata kunci : genteng beton, ampas tebu

Abstrack

Concrete tile is a good roof cover, but this concrete tile is expensive and heavy, while around us there are lots of abundant sugarcane fiber waste materials which have high tensile strength. Sugarcane fiber which has a high tensile strength has the potential as an added material in the concrete tile mixture to produce stronger and lighter roof tiles. The purpose of this study was to determine the effect of adding sugarcane fiber on : (1) Concrete tile seepage (2) Water absorption or porosity (3) Heat absorption on concrete tiles and quality of concrete tiles with added ingredients of sugarcane fiber and concrete roof tiles without fiber. Data analysis that has been done from testing, then compared with SNI and PUBI. The results of this study used sugarcane added ingredients with a ratio of 1 cement : 2 mill lime : 2,5 sand, while the addition of sugarcane fiber varies, namely the percentage from 0 %; 0,6 %; 1,2 %; and 1,8 of the weight of the sand used. The results of the seepage of concrete tile with the addition of sugarcane fiber 0 %; 0,6 %; 1,2 %; and 1,8% everything didn't happen. The results of the average water absorption test for concrete tiles on the addition of sugarcane fiber (0 % = 6,05%) ; (0,6 % = 7,53 %) ; (1,2 % = 8,19 %) and (1,8 % = 9,07 %). The results of the visible properties of concrete tiles on the addition of sugarcane fiber 0 %; 0,6 %; 1,2 % there are no cavities cracks and other defects, while the addition of 1,8% sugarcane fibers there are cracks and cavities.

Keyword : Concrete tile roofs, Fibers cane

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul “PEMANFAATAN LIMBAH AMPAS TEBU SEBAGAI BAHAN CAMPURAN DALAM PEMBUATAN GENTENG BETON“.

Skripsi ini merupakan salah satu persyaratan terakhir yang harus dipenuhi untuk memperoleh gelar sarjana teknik dari Universitas Medan Area. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penyusunan skripsi dapat terselesaikan karena bantuan banyak pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Sc, M.Eng. selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Ibu Dr. Ir. Dina Marziana, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Ibu Susiawati, S.Kom, M.Kom selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area
4. Bapak Ir.Kamaluddin Lubis, MT selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam membantu penulis sehingga dapat menyelesaikan Skripsi.

5. Ibu Ir. Nurmaidah, MT selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam membantu penulis sehingga dapat menyelesaikan Skripsi.
6. Seluruh Dosen dan Pegawai di Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area.
7. Ucapan terima kasih yang kepada Ayah, ibu dan saudara-saudara saya yang telah memberi kasih sayang, materi, dukungan moril, dan Doa yang tiada henti untuk melancarkan penyusunan skripsi saya.
8. Ucapan terima kasih kepada teman-teman yang membantu dalam melakukan survey lapangan.

Dalam penyusunan Skripsi penulis menyadari bahwa isi maupun teknik penulisannya jauh dari kesempurnaan, maka untuk itu penulis mengharapkan kritikan maupun saran dari para pembaca yang bersifat positif demi menyempurnakan dari Skripsi.

Semoga Skripsi ini dapat memberikan manfaat khususnya bagi penulis dan umumnya para pembaca, penulis mengucapkan terima kasih.

Medan, 21 Oktober 2021

Penulis

(Fuad azizi)

158110076

vii

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Maksud dan Tujuan Penelitian.....	2
1.3. Rumusan Masalah	3
1.4. Batasan Penelitian	3
1.5. Metode Pengambilan Data	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Umum.....	5
2.2. Detail Genteng	5
2.3. Beton	9
2.4. Sifat-Sifat Beton.....	10
2.5. Penyusutan Kering dan Hambatan.....	17
2.6. Retak-Retak Plastis	24

2.7. Pengaruh Suhu	26
2.8. Sifat Awet	28
2.9. Sifat Kedap Air	29
2.10. Daya Tahan Terhadap Kikisan.....	31
2.11. Daya Penutupan Retak-Retak	31
2.12. Semen.....	31
2.12.1. Sifat Kimia Dari Semen Portland	33
2.12.2. Jenis-Jenis Semen.....	34
2.13. Agregat.....	35
2.13.1. Pasir Dan Krikil.....	36
2.13.2. Agregat Buatan.....	37
2.13.3. Agregat Ringan.....	38
2.13.4. Produksi Agregat Kerikil Dan Pasir	39
2.14. Pengertian Serat	40
2.15. Mengenal Tebu	41
2.15.1. Batang.....	41
2.15.2. Daun	41
2.15.3. Akar	42
2.15.4. Bunga Tebu	42
2.15.5. Kandungan Tebu	42
2.16. Ampas Tebu	46
2.17. Kandungan Ampas Tebu.....	47
2.18. Beton Dan Serat	47

BAB III METODE PENELITIAN	52
3.1. Metode Penelitian	52
3.2. Lokasi Penelitian.....	53
3.3. Waktu Penelitian	53
3.4. Teknik Pengumpulan Data.....	53
3.5. Bahan Penelitian	54
3.6. Peralatan Penelitian.....	54
3.7. Tahap Dan Prosedur Penelitian.....	55
3.8. Perencanaan Campuran Penelitian.....	56
3.9. Pengujian Rembesan Air.....	56
3.10. Pengujian Daya Serap Air.....	57
3.11. Pengujian Suhu	57
BAB IV ANALISA PERHITUNGAN.....	58
4.1. Hasil Penelitian	58
4.1.1. Mutu Visual Genteng	58
4.1.2. Hasil Pengujian Rembesan	58
4.1.3. Hasil Pengujian Porositas	60
4.1.4. Hasil Pengujian Suhu	62
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	68
5.1. Kesimpulan	67
5.2. Saran.....	67
DAFTAR PUSTAKA	68
LAMPIRAN.....	69

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi dan kemajuan industri yang semakin berkembang pesat memacu peningkatan pembangunan di segala sektor kehidupan, untuk itu harus senantiasa diimbangi dengan perkembangan Industri dalam berbagai bidang produksi. Upaya peningkatan kualitas dan mutu hasil produksi, baik Industri besar maupun Industri rumah tangga (home industri) terus diupayakan. Seiring dengan hal tersebut maka tuntutan akan mutu dan kualitas produksi yang dihasilkan semakin meningkat pula (Suriyanto Patra, 2003)

Atap adalah pelindung rangka atap suatu bangunan secara keseluruhan terhadap pengaruh cuaca : panas, hujan, angin dsb. Persyaratan penutup atap yang baik adalah awet dan kuat tahan lama. Banyak gedung-gedung dibangun membutuhkan bahan penutup atap yang baik, yaitu penutup atap yang memenuhi persyaratan kuat, ringan dan kedap air.

Genteng merupakan salah satu penutup atap yang baik, bila dibandingkan dengan genteng lain, genteng beton juga termasuk penutup atap yang cukup berat (4.4 kg/buah), sehingga memerlukan konstruksi rangka atap yang kuat agar dapat menahan berat genteng.

Salah satu kelemahan beton adalah mempunyai sifat getas dan kurang mampu menahan tegangan tarik dan berat sendirinya besar. Usaha peningkatan kualitas beton sampai sekarang ini masih terus dilakukan baik peningkatan kuat, tekan, tarik maupun lentur, bahkan sampai upaya untuk membuat beton itu ringan

tetapi mempunyai kekuatan tinggi. Genteng beton merupakan bentuk aplikasi penggunaan beton sebagai bahan bangunan non struktural secara otomatis memiliki kelemahan yang sama. Mempunyai campuran seperti : semen potrland, agregat halus, air dan kapur, dan bahan pembantu lainnya, yang dibuat sedemikian rupa sehingga dapat digunakan untuk atap.

Penelitian genteng ini di buat lebih tipis dari ukuran genteng biasanya sehingga rangkakanstruksi atap lebih ringan. Penambahan serat dalam adukan beton dapat meningkatkan kuat tarik, kuat lentur, dan beton yang dihasilkan lebih ringan. Dalam penelitian ini peneliti mencoba mengaplikasikan beton untuk pembuatan genteng beton yaitu dengan penambahan serat tebu. Serat tebu mempunyai kemampuan tarik yang cukup sehingga diharapkan dapat mengurangi retak, dapat meningkatkan kuat tarik, kuat lentur, dan beton yang dihasilkan lebih ringan. (journal Mis Ariska AJ Rambe, dkk : 2016).

Penambahan serat tebu pada pembuatan genteng beton telah terbukti mampu memperbaiki sifat fisis mekanis yang dimiliki, seperti meningkatkan kuat lentur. Tebu bersifat lentur dan tidak mudah rapuh, sangat tahan terhadap genangan asam termasuk genangan air laut yang mengandung garam. Dengan sifat yang demikian maka penambahan serat tebu dan pengurangan pasir diharapkan dapat meningkatkan beban lentur dan kualitas genteng beton serta menghasilkan genteng beton yang lebih ringan.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

a. Maksud Penelitian

Untuk menambah nilai guna dari serat tebu yang tidak digunakan lagi dan menambah informasi bagi masyarakat umum bahwasanya ampas tebu dapat

digunakan sebagai bahan campuran dalam pembuatan genteng serat serta lebih ramah lingkungan.

b. Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui rembesan, porositas dan nilai penyerapan panas genteng beton dari setiap variasi penambahan serat terhadap pengurangan pasir.

1.3 Rumusan Masalah

Penelitian genteng beton dengan serat tebu dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Berapa nilai rembesan air genteng serat dari setiap variasi penambahan serat terhadap pengurangan pasir.
2. Berapa persentase penyerapan air (porositas) dan sifat tampak genteng serat dari setiap variasi penambahan serat terhadap pengurangan pasir.
3. Bagaimana keseragaman ukuran dan berapa nilai penyerapan panas rata-rata genteng serat untuk setiap variasi penambahan serat terhadap pengurangan pasir.

1.4 Batasan Masalah

- a. Serat tebu yang digunakan diperoleh dari penjual air tebu di wilayah medan dan di potong-potong dengan panjang 1-2 cm dengan persentase penambahan bahan dan berat pasir yang digunakan.
- b. Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen portland dengan kemasan ini 40 kg, tertutup rapat dan butiran halus tidak menggumpal.
Pasir yang digunakan dalam penelitian ini pasir yang berasal dari perusahaan.

- c. Kapur mill yang digunakan dalam penelitian ini di beli di Toko Bangunan di wilayah Sumatra utara.

1.5 Metode Pengambilan Data

Pada penelitian ini, kegiatan yang dilakukan adalah pengujian langsung di lapangan dan data yang di peroleh dari buku-buku dan journal tentang pembuatan genteng campuran serat tebu.

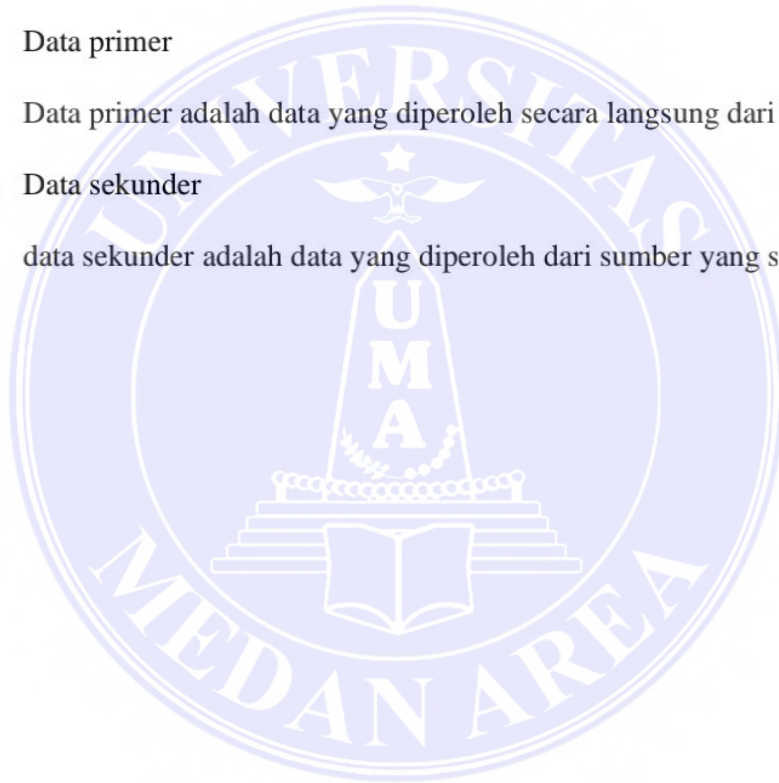
Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder :

- a. Data primer

Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung dari lapangan.

- b. Data sekunder

data sekunder adalah data yang diperoleh dari sumber yang sudah ada.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Genteng beton saat ini cukup digemari di Indonesia. Hal ini disebabkan karena desainnya yang cocok untuk rumah-rumah bergaya minimalis. Tetapi apakah hanya karena desainnya saja yang menyebabkannya cukup digemari, Kita perlu mengetahui dan mengerti keunggulan dan kelemahan dari genteng beton ini.

Genteng beton salah satu penutup atap yang dibuat dari semen dan pasir yang dikombinasikan dengan pigmen berwarna. Bahan-bahan ini dicampur menjadi adonan yang lalu dicetak dengan sistem ekstrusi tekanan tinggi. Genteng beton ini memiliki kekuatan bahan yang baik dan warnanya pun tidak cepat pudar, karena sudah melewati perlakuan panas saat produksi.

Penggunaan genteng beton sebagai penutup atap sudah digemari cukup lama, terutama di negara Jerman. Pada awalnya genteng beton penampilannya kurang menarik karena hanya berwarna abu-abu dan kusam. Dengan teknologi terkini, saat ini genteng beton sudah semakin baik kualitasnya dan diproduksi dalam berbagai warna agar dapat memenuhi kebutuhannya. (Wikipedia 2019)

2.2 Detail Genteng

Genteng merupakan bagian utama dari suatu bangunan sebagai penutup atap rumah. Fungsi utama genteng adalah menahan panas sinar matahari dan guyuran air hujan. Jenis genteng bermacam-macam, ada genteng beton, genteng tanah liat, genteng keramik, genteng seng dan genteng kayu (*sirap*). Keunggulan genteng tanah liat (lempung) selain murah, bahan ini tahan segala cuaca, dan lebih

ringan dibanding genteng beton. Sedangkan kelemahannya, genteng ini bisa pecah karena kejatuhan benda atau menerima beban tekanan yang besar melebihi kapasitasnya. Kualitas genteng sangat ditentukan dari bahan dan suhu pembakaran, karena hal tersebut akan menentukan daya serap air dan daya tekan genteng. (Aryadi.Y, 2010). Genteng merupakan salah satu komponen penting pembangunan perumahan yang memiliki fungsi untuk melindungi rumah dari suhu, hujan maupun fungsi lainnya. Agar kualitas genteng optimal, maka daya serap air harus seminimal mungkin, agar kebocoran dapat diminimalisir. (Musabbikhah, 2007). Genteng merupakan benda yang berfungsi untuk atap suatu bangunan. Dahulu genteng berasal dari tanah liat yang dicetak dan dipanaskan sampai kering. Seiring dengan kemajuan ilmu dan teknologi dewasa ini genteng telah banyak memiliki macam dan bentuk dan tidak lagi berasal dari tanah liat semata, tetapi secara umum genteng dibuat dari semen, agregat (pasir) dan air yang dicampur dengan material lain dengan perbandingan tertentu. Selain itu, untuk menambah kekuatan genteng juga digunakan campuran seperti serat alam, serat asbes, serat gelas, perekat aspal dan biji-biji logam yang memperkuat mutu genteng. Dengan mengingat fungsi genteng sebagai atap yang berperan penting dalam suatu bangunan untuk melindungi rumah dari terik matahari, hujan dan perubahan cuaca lainnya. Maka genteng harus mempunyai sifat mekanis yang baik, seperti kekuatan tekan, kekuatan pukul, kekerasan dan sifat lainnya. (Saragih, 2007).

2.2.1 Jenis jenis genteng

1. Genteng atap sirap

Penutup atap yang terbuat dari kepingan tipis kayu ulin (*eusideroxylon zwageri*) ini umur kerjanya tergantung keadaan lingkungan, kualitas kayu besi yang digunakan, dan besarnya sudut atap. Penutup atap jenis ini bisa bertahan antara 25 tahun hingga selamanya. Bentuknya yang unik cocok untuk rumah rumah bergaya *country* dan yang menyatu dengan alam. (Ediputra, 2010).

2. Genteng tanah liat tradisional

Material ini banyak dipergunakan pada rumah umumnya. Genteng terbuat dari tanah liat yang dipress dan dibakar dan kekuatannya cukup bagus. Genteng tanah liat membutuhkan rangka untuk pemasangannya. Genteng dipasang pada atap miring. Warna dan penampilan genteng ini akan berubah seiring waktu yang berjalan. Biasanya akan tumbuh jamur di

7 bagian badan genteng. Bagi sebagian orang dengan gaya rumah tertentu mungkin ini bisa membuat tampilan tampak lebih alami, namun sebagian besar orang tidak menyukai tampilan ini. (Ediputra, 2010).

3. Genteng keramik

Bahan dasarnya tetap keramik yang berasal dari tanah liat. Namun genteng ini telah mengalami proses finishing yaitu lapisan glazur pada permukaannya. Lapisan ini dapat diberi warna yang beragam dan melindungi genteng dari lumut. Umurnya bisa 20 – 50 tahun dapat ditanyakan ke distributor. Aplikasinya sangat cocok untuk hunian modern di perkotaan. (Ediputra, 2010).

4. Genteng beton

Bentuk dan ukurannya hampir sama dengan genteng tanah tradisional, hanya bahan dasarnya adalah campuran semen PC dan pasir kasar, kemudian diberi lapisan tipis yang berfungsi sebagai pewarna dan kedap air. Sebenarnya atap ini bisa bertahan hampir selamanya, tetapi lapisan pelindungnya hanya akan bertahan antara 30 tahun hingga 40 tahun. (Ediputra, 2010).

5. Genteng dak beton

Atap ini biasanya merupakan atap datar yang terbuat dari kombinasi besi dan beton. Banyak digunakan pada rumah-rumah modern minimalis dan kontemporer. Konstruksinya yang kuat memungkinkan untuk mempergunakan atap ini sebagai tempat beraktifitas. Contohnya menjemur pakaian dan bercocok tanam dengan pot. Kebocoran pada atap dak beton sering sekali terjadi. Maka perlu pengawasan pada pengecoran dan pemakaian waterproofing pada lapisan atasnya. (Ediputra, 2010).

6. Genteng metal

Bentuknya lembaran, mirip seng. Genteng ini ditaman pada balok gording rangka atap, menggunakan sekrup. Bentuk lain berupa genteng lembaran. Pemasangannya tidak jauh berbeda dengan genteng tanah liat hanya ukurannya saja yang lebih besar. Ukuran yang tersedia bervariasi, 60- 120cm (lebar), dengan ketebalan 0.3mm dan panjang antara 1.2-12m. (Ediputra, 2010).

7. Genteng aspal

Bahan meterial yang satu ini dari campuran lembaran bitumen (turunan aspal) dan bahan kimia lain. Ada dua model yang tersedia di pasar. Pertama, model datar bertumpu pada multipleks yang menempel pada rangka. Multipleks dan rangka dikaitkan dengan bantuan sekrup. Genteng aspal dilem ke papan. Untuk jenis

kedua, model bergelombang, ia cukup disekrup pada balok gording. Pemakaian atap kaca semakin populer untuk mendapatkan penerangan alami dalam rumah pada siang hari. Biasa dipakai pada bagian rumah yang tidak mendapatkan cahaya langsung dari jendela atau sebagai aksesoris yang melengkapi desain sebuah rumah. Bentuknya pun bermacam-macam, ada yang berbentuk lembaran kaca atau genteng kaca sesuai kebutuhan. (Rumah ide, 2011)

2.3 Beton

Beton adalah sebuah bahan bangunan komposit yang terbuat dari kombinasi agregat dan pengikat semen. Bentuk paling umum dari beton adalah beton semen portland, yang terdiri dari agregat mineral (biasanya kerikil dan pasir), semen dan air. Biasanya dipercayai bahwa beton mengering setelah pencampuran dan peletakan. Sebenarnya, beton tidak menjadi padat karena air menguap, tetapi semen berhidrasi, mengikat komponen lainnya bersama dan akhirnya membentuk material seperti batu. Beton digunakan untuk membuat perkerasan jalan, struktur bangunan, fondasi, jalan, jembatan penyeberangan, struktur parkir, dasar untuk pagar/gerbang, dan semen dalam bata atau tembok blok. Nama lama untuk beton adalah batu cair.

Dalam perkembangannya banyak ditemukan beton baru hasil modifikasi, seperti beton ringan, beton semprot, beton fiber, beton berkekuatan tinggi, beton berkekuatan sangat tinggi, beton mampat sendiri dan lain-lain. Saat ini beton merupakan bahan bangunan yang paling banyak terpakai di dunia.

2.4 Sifat-Sifat Beton

Karakteristik dari beton harus dipertimbangkan dalam hubungannya dengan kualitas yang dituntut untuk suatu tujuan konstruksi tertentu. Pendekatan praktis yang paling baik untuk mengusahakan kesempurnaan semua sifat beton, akan berarti pemborosan bilamana dipandang dari segi ekonomi. Yang paling diharapkan dari suatu konstruksi ialah dapat memenuhi harapan maksimal, dengan tepat mengikuti variasi sifat beton, dan tidak hanya terpancang pada satu pandangan saja, misalnya kekuatan harus semaksimal mungkin.

Meskipun usaha untuk mencapai kekuatan maksimum bukan merupakan satu satunya, kriteria perencanaan, ukuran dari kuat hancur kubus atau silinder beton sebagai benda uji mencerminkan suatu usaha untuk mempertahankan mutu standar yang seragam, dan didalam kenyataannya dikerjakan demikian. Karena sifat sifat lain dari beton pada campuran tertentu tercermin dalam kuat kubus uji, maka mungkin saja satu satunya pengujian ini masih dipandang memadai dan memberikan informasi yang cukup.

Pengujian dari beton yang sudah keras pada unit pra cetak dapat dilakukan tanpa kesukaran, karena unit yang utuh dapat dipecahkan didalam proses pengujian. Contoh benda benda uji dapat diambil dari bangunan yang sudah jadi dengan “pengambilan inti”, tetapi ada pertimbangan biaya dan dapat melemahkan bangunan. Oleh karena itu dibiasakan untuk memperkirakan sifat sifat beton pada suatu bangunan dengan dasar pengujian yang diadakan pada benda uji yang dicetak dari campuran beton ditempat pekerjaan. Benda uji ini dipadatkan dan dirawat menurut cara standar, karena pada kedua hal tersebut tidak mungkin merancang keadaan yang sama dengan bangunan yang ada. Oleh karena kuat

hancur juga dipengaruhi oleh ukuran dan bentuk dari bangunan, maka hal ini berarti bahwa kuat hancur dari kubus uji tidak perlu sama dengan masa beton secara tepat

2.4.1 kuat hancur

Beton dapat mencapai kuat hancur sampai sekitar 80 N/mm^2 (12000 lb/in^2), atau lebih, tergantung pada perbandingan air semen serta tingkat pemadatan. Kuat hancur antara 20 dan 50 N/mm^2 pada umur 28 hari biasa diperoleh dilapangan bila pengawasan pekerjaannya baik, dengan perbandingan campuran semen : pasir : agregat kasar sebagai 1:2:4. Dalam jenis konstruksi tertentu seperti bantalan rel kereta api pracetak, kekuatan berkisar antara 40 - 65 N/mm^2 pada 28 hari, yang dicapai dengan menggunakan campuran yang banyak semennya dan rendah perbandingan air / semennya.

Kuat hancur dari beton dipengaruhi oleh sejumlah faktor, selain oleh perbandingan air/semen dan tingkat pemadatannya. Faktor faktor penting lainnya yaitu :

1. Jenis semen dan kualitasnya, mempengaruhi kuat rata rata dan kuat batas beton
2. Jenis dan lekak lekuk bidang permukaan agregat. Kenyataan menunjukkan bahwa penggunaan agregat akan menghasilkan beton, dengan kuat desak maupun tarik yang lebih besar daripada penggunaan kerikil halus dari sungai.
3. Effisiensi dari perawatan (curing) kehilangan kekuatan sampai sekitar 40 persen dapat terjadi bila pengeringan diadakan sebelum waktunya.

Perawatan adalah hal yang sangat penting pada pekerjaan lapangan dan pada pembuatan benda uji. yang perlu untuk dituruti dengan sebaik baiknya.

4. Suhu. Pada umumnya kecepatan pengerasan beton bertambah dengan bertambahnya suhu. Pada titik beku kuat hancur akan tetap rendah untuk waktu yang lama.

5. Umur. Pada keadaan yang normal kekuatan beton bertambah dengan umurnya. Kecepatan bertambahnya kekuatan tergantung pada jenis semen. Misalnya semen dengan kadar alumina yang tinggi menghasilkan beton yang kuat-hancurnya pada 24 jam sama dengan semen portland biasa pada 28 hari. Pengerasan berlangsung terus secara lambat sampai beberapa tahun.

Bermacam-macam kuat-hancur beton yang dibuat dilapangan (L.J Murdock, dkk : 1999)

Hal-hal diatas berlaku untuk muatan batas statis, Bilamana dibebani oleh muatan tidak statis dan berulang-ulang, beton runtuh pada beban yang lebih kecil daripada beban statisnya. Ini dikenal sebagai patah lelah. Sejumlah penelitian yang pernah diadakan menyimpulkan bahwa setelah beberapa juta pengulangan beban, kekuatan pada patah lelah yang berupa desak adalah 50-60 persen dari kuat batas statis.

2.4.2 Kuat Tarik dan Lentur

Kuat tarik beton berkisar seper delapan belas kuat desak pada waktu umurnya masih muda, dan berkisar seper dua puluh sesudahnya. Biasanya tak diperhitungkan didalam perencanaan bangunan beton. Kuat tarik merupakan bagian penting di dalam menahan retak-retak akibat perubahan kadar air dan suhu.

Pengujian kuat tarik diadakan untuk pembuatan beton konstruksi jalan raya dan lapangan terbang.

pengukuran kuat tarik beton secara langsung sukar dilakukan, dan jarang dicoba. Terdapat dua buah cara lebih untuk merintis usaha mendapatkan kekuatan tarik. Yang pertama menghasilkan besaran kuat tarik dalam keadaan lentur, yang dikenal sebagai kuat lentur. menguraikan secara terperinci, bagaimana membuat dan merawat benda uji untuk pengujian lentur, serta cara dari pengujian. Ukuran standar benda uji adalah 150mm x 150mm x 750mm panjang, bilamana agregat yang dipakai maksimal 40mm ukurannya. Bilamana ukuran maksimal agregat 20mm, benda uji 100mm x 100mm x 500mm panjang, dapat digunakan.

Suatu beban diterapkan, lewat dua buah rol dititik, sepertiga dari bentang sampai benda uji pecah. Tarikan ekstrim pada serat, yaitu desak pada bagian atas dan tarik pada bagian bawah, dapat dihitung dengan rumus balok biasa. Balok biasanya pecah pada tarikan karena kekuatan tarik sangat rendah dibanding dengan kuat desaknya. Rumus untuk perhitungan “modulus robek” diuraikan dalam BS 1881 : 1970. (L.J Murdock, dkk : 1999)

Benda uji berbentuk balok-balok biasanya dipakai untuk mengukur modulus robek atau kuat lentur dengan cepat dilapangan. Kedua belah patahan dari benda uji, kemudian dapat dipecah lagi, sedemikian sehingga disamping kekuatan lentur, kekuatan desak dapat ditentukan dengan kira-kira pada benda uji yang sama.

Harga-harga modulus robek digunakan pada beberapa cara perencanaan beton tidak bertulang untuk jalan raya dan landasan lapangan terbang, dimana

kuat lentur diharapkan pada beton untuk membagi beban terpusat agar menyebar pada bagian yang lebih luas.

Pengujian paling baru yang telah diperkenalkan adalah pembelahan silinder-silinder oleh suatu desakan kearah diameternya, untuk mendapatkan apa yang disebut kekuatan tarik belah. Secara terperinci cara ini diuraikan pada. Pada mesin penguji ditambahkan suatu batangan agar dapat membagi beban merata pada panjang silinder. Sebatang kayu lapis lebar 12 mm dan tebal 3 mm disisipkan antara silinder dan muka atas dan bawah landasan mesin uji.

2.4.3 Kekuatan Geser

Didalam praktek, geser dalam beton selalu diikuti oleh desak dan tarik oleh lenturan, dan bahkan didalam pengujian tidak mungkin menghilangkan elemen lentur.

2.4.4 Perubahan Bentuk Karena Pembebanan

Bilamana beton dibebani, perubahan bentuk terjadi dan bertambah sesuai dengan pertambahan beban, sebagaimana baja dan bahan-bahan lain. Pada baja terjadi perubahan bentuk secara elastis pada pembebanan dibawah batas elastis, sedemikian rupa sehingga benda uji kembali kepada bentuk semulabila beban ditiadakan. Beton berubah bentuk sebagian mengikuti regangan elastis dan sebagian mengalami regangan plastis atau rayapan. dimana diperlihatkan kurva tegangan dan regangan untuk pembebanan yang bertambah terus menerus. Hubungan yang ada pada bahan elastis, seperti baja, ditunjukkan oleh garis lurus OA, sedangkan untuk bahan yang sebagian plastis, seperti beton, diperlihatkan oleh garis OB. Pada waktu beban ditiadakan suatu benda uji beton telah ditekan sampai titik B, kemudian regangan elastis menghilang, tetapi regangan plastis

tetap dan diperlihatkan oleh OX. Pengaruh daripada beban yang diulang-ulang diperlihatkan juga dimana perubahan bentuk akibat regangan plastis XY, YZ yang berkurang pada tiap pengulangan beban, meskipun jumlah perubahan bentuk atau rayapan OX, OY, OZ terus menerus bertambah. Regangan ini diperjelas gambarnya dari sebenarnya didalam batasan rencana beban yang normal, kurva tekanan-regangan beton untuk maksud praktis adalah suatu garis lurus.

Bilamana beban ditambah melebihi batasan rencana, kurva tegangan regangan jauh menyimpang dari garis lurus, dimana diperlihatkan bahwa tekanan dan regangan tidak lagi berbanding lurus pada tujuan praktis. Batas dari ketidaklurusan perbandingannya antara 25 sampai 75 persen dari kekuatan batas, dengan 40 persen sebagai harga rata-rata.

Bilamana beton dibebani dengan beban tetap, perubahan bentuk yang diakibatkan dapat dibagi atas dua buah bagian perubahan bentuk elastis yang timbul seketika ketika beban bekerja, dan rayapan atau aliran praktis yang mulai ketika beban bekerja, serta terus menerus bertambah tanpa penambahan besaran beban dalam jangka waktu benda uji mengalami pembebanan. Perubahan bentuk menerus sesuai dengan waktu, dibawah beban tetap oleh garis AB. Bilamana pada waktu X beban ditiadakan, terdapat pengembalian bentuk elastis BC yang sama dengan perubahan bentuk elastis OA. Pengembalian bentuk plastis, yang jauh lebih kecil daripada rayapan atau aliran plastis AY, kemudian akan mengikutinya secara perlahan-lahan.

2.4.5 Modulus Elastisitas

Tolok ukur yang umum dari sifat elastis suatu bahan adalah modulus elastisitas, yang merupakan perbandingan dari tekanan yang diberikan dengan perubahan bentuk persatuan panjang, sebagai akibat dari tekanan yang diberikan.

Beton adalah bahan yang bukan benar benar elastis, seperti yang telah diterangkan, dan kurva tekanan-regangan dari beban yang terus menerus bertambah adalah jenis yang digambarkan pada OB dalam kelengkungan diperbesar daripada yang sebenarnya agar lebih jelas. Bilamana tiada perubahan bentuk plastis, maka kurva akan menjadi garis lurus OA, yang merupakan garis singgung OB pada titik awal O. Modulus elastisitas yang sebenarnya atau modulus pada suatu waktu tertentu dapat dihitung dari garis singgung OA, tetapi untuk maksud praktis biasanya ditentukan besarnya modulus pada tekanan yang dipilih sembarang, dan bekerja pada suatu kecepatan tertentu.

Dalam hal ini perlu untuk mengatur pembebanan pada kecepatan yang tertentu karena beton mempunyai waktu yang cukup banyak untuk rayapan atau kecepatan pembebanan yang lebih rendah. Oleh karena rayapan beton dipengaruhi oleh sejumlah factor, maka modulus elastisitas juga terpengaruh.

Modulus elastisitas tidak berkaitan langsung dengan sifat-sifat beton lainnya, meskipun kekuatan yang lebih tinggi biasanya mempunyai harga E yang lebih tinggi juga. Untuk beton biasa modulus elastisitas berkisar antara 25 dan 36 kN/mm. sebagaimana seperti umumnya, modulus elastisitas juga bertambah, dan perlu dicatat, karena cukup penting bahwa batang beton yang terjepit sudah berada pada suatu tingkat regangan karena, misalnya, suatu pendinginan sesudah pengerasan awal, sehingga terjadi suatu kenaikan tekanan tarik. Hal ini teratasi

sebagian oleh pengaruh dari rayapan seperti yang diterangkan dibawah. Bilamana tertahan sepenuhnya maka tekanan pada suatu waktu diberikan rumus biasa,

2.4.6 Angka Perbandingan Poisson

Bilamana mengalami desakan, beton memendek pada arah memanjang dan mengalami pengembangan arah melebar. Perbandingan antara regangan arah lebar dengan arah memanjang dikenal sebagai angka perbandingan poisson, dan pada batasan beban rencana angka ini dapat diambil sebesar 0.2.

2.5 Penyusutan kering dan hambatan

2.5.1 Kadar air

Dua buah tingkatan terjadi pada penyusutan beton ketika dicetak didalam praktek:

1. Penyusutan awal beton ketika masih berada dalam keadaan cair atau plastis, akibat reduksi dari volume air dengan semen yang mencapai sekitar satu persen dari volume absolut semen kering. Akibat kehilangan air yang merembes melalui acuan, akibat penyerapan dari acuan, atau pada pekerjaan jalan raya oleh lapisan batuan, dan hilang pada penguapan.
2. Penyusutan kering lebih lanjut dari beton ketika mengeras dan menjadi kering.

Hal ini mungkin diikuti dengan penyusutan akibat suhu ketika beton mengalami pendinginan.

Pengaruh-pengaruh kombinasi yang merupakan pengujian pada sebuah tiang. Diagram tersebut menunjukkan pengaruh keduanya, yaitu perubahan suhu pada tiang dan penyusutan kering. Sementara itu pengukuran dimulai tiga jam setelah beton dicetak, saat dimana beton plastis dapat dianggap menjadi kaku dan mungkin tidak akan timbul beberapa jam lagi. Pengembangan massa beton akibat

kenaikan suhu karena hidrasi semen, telah mulai beberapa bagian karena pergerakan plastis. Bilamana beton telah menjadi kaku, maka pengembangan atau pengerutan dari beton dapat dianggap sebagai gerakan dari konstruksi yang kaku.

Hal ini akan lebih banyak tergantung kepada suhu beton saat pada berubah bentuk dari plastis ke bentuk kaku. Bilamana, misalnya, hal ini terjadi pada puncak 30°C , maka penyusutan, yang akan menjadi penting dalam praktek merupakan penyusutan suhu karena beton menjadi dingin dari 30°C kepada suhu sekitarnya pada 18°C , pada keadaan disaat pengujian, dan dapat ditambahkan, adanya penyusutan kering ketika beton menjadi kering.

Besarnya penyusutan yang terjadi sebelum beton mengikat, tergantung kepada efisiensi pengaturan perawatan dan pada tingkatan dimana air dapat diserap oleh lapisan tanah dasar atau oleh acuan. Oleh karena itu dapat dikurangi dengan pengaturan yang lebih baik. Sebagai contoh adalah beton untuk jalan raya yang retak-retak pada penyusutan awal sebentar setelah dicetak.

Agregat yang kotor dan banyak pasirnya, akan membutuhkan perbandingan air/semen yang banyak memperoleh daya pekerjaan yang memnuhi syarat. Disini dihasilkan beton yang cenderung untuk retak-retak karena penyusutan awal. Kehilangan air dan penyusutan yang terjadi sebelum atau selama beton mulai mengikat merupakan sebab umum dari retak pada konstruksi beton, terutama pada tempat tempat terjadinya perubahan penampang melintang. Kadang-kadang retak-retak yang terjadi pada saat awal menjadi lenih nyata kemudian.

Penyusutan yang terjadi ketika beton mengeras dan kering disebabkan oleh penyusutan dari “Gel ” semen dan sebagian tak dapat kembali, yaitu 0.3 sampai 0.6 dari penyusutan kering. Ini hanya sebagian yang tidak dapat kembali karena

pada pembasahan yang selanjutnya beton mengembang dan mengalami kebalikan dari penyusutan praktis dan pengembangan.

Pengukuran penyusutan dimulai pada jam ketiga sehingga kenyataannya adalah penyusutan kering yang awal dan digambarkan secara diagramatis. Pengujian penyusutan jenisnya bermacam-macam. Misalnya Building Resacrh Station dalam majalah no.35 (7), menjelaskan bahwa setelah 2 hari perawatan basah dari benda uji harus diikuti dengan pengeringan 26 hari, pengujian dicelup dalam air selama 4 hari. Penyusutan kering baru diukur setelah pengeringan benda uji pada 50⁰C selama 3 minggu atau sedemikian sehingga tercapai panjang tetap. Dengan cara ini penyusutan kering awal tampaknya tidak terjadi dan apa yang diukur adalah penyusutan yang kecil pada phase kedua.

ASTM C157-57 (8) sangat berlainan. Benda uji diukur dalam keadaan basah sekitar 24 jam setelah dicampur. Ini kemudian dirawat lebih lanjut 27 hari dalam air kapur jenuh dan panjangnya diukur lagi. Setelah itu benda uji dapat disimpan, baik didalam air kapur jenuh atau udara pada 23 ±1.1⁰C dan kelembaban relatif 50±4 persen. Pengembangan didalam air atau penyusutan diudara diukur pada interval yang telah ditentukan sampai 64 minggu. Patut dicatat disini, bahwa pengujian ini mengukur penyusutan kering awal dan arena suhu jauh lebih rendah daripada pengujian BRS, jelas hasilnya berbeda seluruhnya.

Bermacam-macam cara didalam mengukur penyusutan menyebabkan sulitnya membandingkan hasil-hasil laboratorium-laboratorium yang berbeda. Sehingga suatu cara standar pengukuran akan berguna untuk maksud maksud perbandingan, nilai-nilai yang diperoleh sangat perlu sebagai petunjuk yang dapat dipercaya dalam konstruksi, dimana persyaratan-persyaratan sangat penting pengaruhnya.

Pencelupan dalam air semenjak dicetak mengakibatkan pengembangan sedikit kira-kira seperempat dari penyusutan kering, tetapi pada waktu kering beton menyusut kembali seperti semula.

Perbedaan penyusutan timbul pada konstruksi-konstruksi yang berbeda misalnya, pondasi mungkin tidak pernah kering, oleh karenanya tidak menyusut sama sekali, malahan cenderung untuk mengembang, sementara itu beton fanel dapat mengalami kekeringan oleh cuaca diluar dan lebih-lebih pemanasan dari dalam, sedemikian sehingga pasti timbullah penyusutan. Perbedaan semacam ini menyebabkan timbulnya retak-retak. Didalam bangunan, misalnya retak biasanya lebih banyak ditemui diantara muka tanah dan elevasi lantai pertama daripada bagian konstruksi lainnya, dengan pengecualian pada bagian atap dan bagian bagian sambungan. Penyusutan sering juga terjadi lebih cepat pada bidang permukaan daripada dalam masa beton, karena pengeringan dimulai pada permulaannya,

Suatu tambahan penyusutan terjadi pada lapisan permukaan sebagai akibat reaksi kimia antara karbon-dioksida dari atmosfer dengan kapur dari semen. Hal ini dikenal sebagai karbonisasi, jumlah penyusutan pada permukaan meningkat. Penyusutan ini penting. Karena berhubungan dengan permukaan beton. Pada beton berpori pengaruh karbonasi lebih terlihat daripada beton padat, seperti yang memang diharapkan.

Karakteristik mineral dari agregat mempengaruhi dari penyusutan kering beton dimana agregat tersebut digunakan. Ini telah dikenal sejak lama, serta mengarah kepada kekuatan desak yang lebih besar atau memastikan rambatan kadar air didalam agregat itu sendiri. Carlson menunjukkan penyusutan yang

besar dengan agregat yang rendah kuat desaknya, sementara itu Davis dan Troxell menemukan bahwa beton yang menggunakan “sandstone” menyusut dua kali lebih besar dibanding dengan beton sejenis. Sekarang telah diketahui bahwa beberapa bahan dolerites yang berasal dari scotlandia mengalami perubahan volume yang besar pada keadaan basah dan kering, sehingga beton yang dibuat dari agregat ini mempunyai penyusutan kering yang besar dibandingkan dengan beton yang dibuat dari agregat yang tidak menyusut, seperti kerikil quartz, batu kapur dan granit. Meskipun demikian, agregat yang digolongkan pada pengujian sejenis ini mempunyai penyusutan kering yang besar dan telah digunakan bertahun-tahun di scotlandia. Terdapat laporan-laporan tentang pergerakan-pergerakan yang diketahui penyebabnya dan kurangnya sifat awet, tetapi dari kejadian-kejadian ini tak dapat ditarik kesimpulan bahwa agregat yang digunakan adalah penyebab utamanya.

Adanya tanah liat didalam agregat atau sebagai “liputan” pada agregat menyebabkan bertambah besarnya penyusutan. Liputan tanah liat, dapat ditambahkan mempunyai ikatan yang jelek, sehingga meningkatkan penyusutan sampai 70 persen.

Kecepatan penyusutan kering berkurang bilamana ukuran benda uji makin besar. Misalnya, bila benda uji kecil saja 75 mm persegi penyusutan kering dibawah suatu suhu tetap dan kondisi kelembaban jelas akan berakhir, kurang dalam sebulan, dimana suatu tampang melintang beton, misalnya 1 meter persegi, akan terus menyusut selama beberapa tahun dibawah kondisi yang sama.

Ilustrasi selanjutnya daripada pengaruh ukuran benda uji dan umur terhadap penyusutan, diuraikan oleh Atherton yang mengukur penyusutan bagian

konstruksi pada pondasi "turbo-generator", dan membandingkan dari penyusutan dari benda uji laboratorium 1m x 100mm x 100mm. Pembacaan diadakan pada suatu dinding tebal 1.8 mm mencapai 0.04 persen setelah 18 bulan, dengan waktu yang sama benda uji yang lebih kecil mencapai 0.06 persen, dimana benda uji kecil ini menyusut pada kecepatan yang lebih lambat juga, dan penyusutan akhir dari keduanya adalah sama. Perbedaan ini timbul karena beton umumnya kering terlebih dahulu pada permukaannya yang menjadi pengeringan.

Hermite telah meneliti bahwa pengeringan dapat mencapai kedalam 75mm dalam satu bulan, tetapi hanya 700 mm setelah 10 tahun. Pengeringan bidang permukaan ini juga meningkatkan tegangan dalam, yang bilamana tidak dibebaskan oleh rayapan dapat menimbulkan keretakan. Didalam praktek retak-retak biasanya tidak terlihat dalam 6 bulan sampai 2 tahun, setelah pembetonan.

Lea dan Davey telah menemukan bahwa kecepatan penyusutan lebih kecil pada beton yang berada pada cuaca luar (dekat London) daripada beton yang disimpan dibawah suatu kondisi tetap tersebut diatas. Angka penyusutan yang berhasil dikumpulkan untuk suatu benda uji 3000 mm x 500 mm x 800 mm (0.4 persen baja), termasuk variasi musim pada bagian konstruksi yang terkena cuaca, basah dan kering, besarnya kurang lebih 0.01 persen. Penyusutan dapat diharapkan terjadi lebih cepat pada keadaan atmosfer yang panas dan kering. Suatu petunjuk akan adanya pengaruh kelembaban relatif dari atmosfer. Berdasarkan rekomendasi yang diberikan oleh Komite Europeen dan Beton. Diagram tergambar menunjukkan penyusutan kering pada setiap kelembaban relatif seperti yang dihubungkan kepada kelembaban 30 persen,

karena koefisien yang sebenarnya dari penyusutan tergantung kepada faktor-faktor lain seperti yang telah diuraikan.

Beton yang kering perlahan-lahan lebih dapat mereduksi retak-retak dibandingkan dengan beton yang kering cepat karena pengaruh kompensasi daripada daya untuk diperpanjang dan aliran plastis yang memberikan waktu untuk berlangsungnya hal-hal tersebut, dan karena bertambahnya kekuatan sebagai hasil daripada lebih lamanya kadar air yang ada didalam beton.

Pada beton bertulang biasa penyusutan kering menghasilkan regangan tekan pada batang tulangan, dimana mereka memakai dan mereduksi keseluruhan penyusutan kering pada bagian konstruksi beton bertulang ini. Disini biasanya dianggap bahwa penyusutan kering dari bagian konstruksi beton bertulang adalah separuh daripada bagian konstruksi beton tidak bertulang, meskipun harga yang sebenarnya jelas tergantung kepada jumlah tulangan yang dipakai.

Comite Europeen dan Beton menyarankan agar pengaruh dari tulangan dapat diperhitungkan dengan melibatkan koefisien penyusutan dengan suatu suhu, dimana A_r adalah luas tampang dari penulangan ke arah memanjang dan A_c adalah bagian batang pada tampang melintang.

Pada beton pra-tekan, perlu diberi suatu kelonggaran untuk melepaskan tegangan baja yang dihasilkan oleh rayapan beton dan baja, serta penyusutan kering dari beton. Suatu harga rata-rata yang memadai dari hilangnya gaya pra-tekan antara 12 dan 18 persen dari tegangan awal baja.

Penyusutan dan rambatan kadar air adalah hal yang penting karena dapat menimbulkan retak-retak beton, kecuali bilamana tegangan yang terjadi dapat dihilangkan oleh rayapan, atau pada daerah yang luas, dengan menempatkan

sambungan-sambungan yang tepat. Jadi lantai-lantai, jalan-jalan, atap dan dinding yang panjang dibagi dalam panel-panel atau seksi-seksi untuk mengendalikan retak-retak akibat penyusutan kering dan perubahan kadar air, maupun suatu rambatan suhu.

2.6 Retak-retak plastis.

Retak-retak plastis biasanya timbul sebelum beton mengeras dan pada bentuk yang normal antara 30 menit dan 2 jam setelah dicetak dan diselesaikan bidang muka betonnya. Hal ini disebabkan oleh penyusutan atau penuruna maupun kombinasi dari keduanya. Retak akibat penyusutan plastis. Retak-retak karena penyusutan plastis pada bidang muka horizontal dapat diketahui dan dibedakan dari jenis jenis retak yang lain memakai patokan berikut ini :

1. Retak-retak ini umumnya harus dan lebih sejajar satu sama lain.
2. Retak-retak ini sering, meskipun tidak selalu, membentuk sudut 45° .
3. Retak bermacam-macam panjangnya, dari beberapa dm sampai beberapa kaki, dan jarang meluas sampai keseluruhan bagian lebar dari konstruksi.
4. Retak ini timbul dalam 2 jam setelah pencetakan dan penyelesaian bidang beton, dan mungkin terlihat segera sebelum air yang berkilat hilang dari permukaan beton, tetapi retak itu jarang terlihat sampai sehari setelah pelaksanaan
5. Retak dapat terjadi pada beton tak bertulang maupun bertulang dan untuk pelat horizontal, baik ditanah maupun tergantung.

Penyebab utama dari pada timbulnya retak ini adalah penguapan yang sangat cepat dari permukaan beton. Ketika kecepatan dari penguapan melampaui

kecepatan dari merembesnya air, yang pada umumnya ke atas permukaan beton, maka terjadilah retak karena penyusutan plastis.

Suhu disekitarnya, kelembaban relatif, kecepatan angin udara, dan karakteristik perembesan air keluar dari beton merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi formasi retak-retak. Sampai dimana retak ini memasuki kedalaman beton dapat berkisar antara 25 mm sampai kepada kedalaman penuh dalam penampang melintang.

Retak penyusutan plastis ini tampaknya tidak mempengaruhi bentuk struktural atau sifat awet dari tampang beton, terutama pada beton bertulang. Selanjutnya telah diketahui juga bahwa retak-retak plastis ini cenderung untuk mempertahankan bentuknya yang asli dan tidak bertambah dalam panjang dan lebar sesuai dengan waktu. Hal yang dikhawatirkan dari adanya retak-retak jenis ini, adalah kemungkinan terjadinya korosi pada tulangan yang ditanam.

Retak-retak lebih halus daripada 0.15 mm pada sebelah luar dari luasan yang diperkeras tidak akan menimbulkan masuknya air pada tulangan serta dapat diabaikan. Kemungkinan air akan memasuki retak antara 0.15 mm dan 0.5 mm memang ada, oleh karenanya perlu untuk menutup retak semacam ini dengan menggunakan emulsi latex atau polimer yang rendah kekentalannya. Retak-retak yang lebih lebar dari 0.5 mm membuka kemungkinan masuknya debu, air dan kemungkinan terkena pembekuan air di dalamnya pada musim dingin, sehingga didalam hal ini retak itu perlu dibesarkan sampai lebarnya kurang dari 20 mm dan dalamnya kurang dari 15 mm, serta kemudian ditambal. Bilamana plat beton mendapat pasir semen di atasnya maka kemungkinan terjadinya korosi dapat diabaikan serta tidak perlu retak-retak itu ditambal. Hanya pada kasus yang sangat

jarang dan terkecuali dimana retak memenuhi seluruh lebar lantai atau pelat penutup, maka keadaan semacam ini dapat bertindak sebagai sambungan gerak, dan perlu dipertimbangkan untuk mengganti pelat itu.

Setelah beton dipadatkan diselesaikan permukaannya, maka partikel-partikel padat akan turun perlahan-lahan sampai tertahankan oleh pengerasan hasil daripada reaksi kimia antara air dan semen. Penurunan ini menggantikan tempat air yang naik kepermukaan dan tampak sebagai “air kaca”. Dan inilah yang disebut rembesan ke atas seperti diuraikan pada bab sebelumnya. Penurunan dari partikel-partikel itu terjadi sangat sedikit dan bilamana tiada penulangan atau perubahan tampang melintang maka tidak ada masalah yang timbul. Bilamana penulangan ada dan dipasang pada tempat yang tetap, penurunan dari bahan beton langsung diatas penulangan tidak sebanyak penurunan pada kedua sisi tulangan. Hasilnya adalah, terjadi retak pada muka beton ditempat itu, yang langsung terjadi pada garis diatas tulangan. Jenis retak ini jelas diperberat lagi pada kondisi pengeringan. Dengan kejadian yang sama, suatu perubahan tampang melintang beton dapat memberikan dukungan kaku yang agak menahan penurunan beton dibandingkan dengan pada tempat penyambungannya.

2.7 Pengaruh suhu.

Koeffisien pemuaiian suhu dan penyusutannya adalah perubahan persatuan panjang pada setiap derajat perubahan suhu. Harga-harga koeffisien ini berubah sedikit menurut banyaknya semen dalam campuran, kadar air dan jenis agregat, tetapi untuk penggunaan maksud praktis dapat diambil sebesar 1.0×10^{-6} tiap $^{\circ}\text{C}$ untuk agregat beton ringan, pada pergerakan ujung bebas. Di dalam

memperkirakan gerakan yang dapat terjadi pada beton dengan massa yang besar, biasanya cukup aman untuk menganggap harga sebesar setengah dari harga harga tersebut diatas, yang separuh lagi diserap oleh rayapan, tanpa suatu bahaya yang sebenarnya terhadap retak-retak.

Pengembangan dan penyusutan suhu tidak selalu seragam pada seluruh massa beton. Kombinasi kimiawi dari semen dan air diikuti dengan pelepasan sejumlah panas yang cukup banyak, dan hanya dapat lepas dengan cara konduksi pada permukaan luar, dengan perbedaan konsekuensi penyusutan karena suhu bilamana massa beton ini terjadi dingin. Hal ini mendorong terjadinya tegangan tarik yang disertai retak-retak.

Bilamana suhu dari beton meningkat oleh suatu pemanasan maupun oleh sinar matahari, kadar air lepas dari “Gel” semen dan penyusutan kering terjadilah. Sesudah pemuaiian suhu awal, beton yang dipanasi cenderung untuk menyusut sampai kepada suatu tingkatan tertentu, sebagaimana pengeringan selanjutnya juga terjadi berangsur-angsur. Sebagai hasilnya adalah, kondisi tegangan dalam beton sebagai akibat perubahan suhu yang rumit. Sebagai contoh adalah sebuah tangki untuk cairan panas, jalan raya, atap, dan lantai yang panas, terutama bila bagian konstruksi yang merupakan sambungannya tidak mengalami pemanasan sehingga terdapat suatu gradien suhu. Bengkok dan retak pada keadaan ini sering terjadi, dan keahlian dalam merencanakan sambungan untuk pengembangan mungkin diperlukan, bila terjadinya hal ini akan dicegah.

Kedua-duanya, penyusutan dan rayapan terpengaruh oleh suhu. Ross telah mengadakan suatu study yang mendalam tentang hal ini, sehingga data-data yang berguna untuk mengetahui hubungan satu dengan lainnya dapat diketahui.

2.8 Sifat awet

Untuk kegunaan beton biasanya dibatasi oleh pengaruh-pengaruh yang berusaha untuk memecahkan seperti :

1. Pengaruh cuaca berupa hujan dan pembekuan pada musim dingin, serta pengembangan dan penyusutan yang diakibatkan oleh basah dan kering silih berganti.
2. Daya perusak kimiawi oleh bahan-bahan semacam air laut, konstruksi ditanah yang rusak, rawa-rawa dan air limbah lainnya, kimia hasil industry dan air limbahnya, buangan air kotor kota yang berisi kotoran manusia, kotoran binatang, dan minyak tumbuh tumbuhan, lemak, susu dan gula.
3. Mengalami kikisan dari orang berjalan kaki dan lalu lintas, gerakan ombak laut, oleh partikel-partikel air dan angin.

Pengaruh cuaca oleh hujan dan pembekuan merupakan fungsi dari sifat rapat air dari beton karena daya pencucian dan perusak dari air hujan yang berisi kandungan karbonik dan asam-asam lain yang ada pada air hujan dan gangguan oleh proses pembekuan pada musim dingin, tergantung sampai dimana air memasuki permukaan beton. Mekanisme dari air hujan dan proses pembekuan pada musim dingin serta pengaruh perusakan oleh proses kimia dari bahan-bahan lain yang terdaftar merupakan bagian lain, dari pembicaraan tentang beton, dan akan diuraikan lebih lanjut dengan lebih terperinci pada bab yang akan datang.

Jumlah dari semen yang digunakan didalam beton tidak begitu mempengaruhi ketahanan terhadap cuaca, kecuali bilamana kadar semen tidak sanggup untuk mengisi sela antara agregat. Geanville meneliti pengaruh dari kadar semen terhadap sifat kadar air, dan ternyata tidak banyak keuntungan untuk

mempergunakan lebih dari sekitar 300 kg semen per- m^3 beton dengan air secukupnya agar campuran mempunyai kemudahan untuk dikerjakan. Untuk mendapatkan tingkat sifat endapan yang sama, campuran yang sangat basah membutuhkan kadar semen yang lebih tinggi, katakanlah 400 kg atau lebih untuk setiap m^3 beton.

2.9 Sifat kedap air.

Beton mempunyai kecenderungan berisi rongga akibat adanya gelembung-gelembung udara yang terbentuk selama atau sesudah pencetakan. Hal ini penting, terutama untuk memperoleh campuran yang mudah untuk dikerjakan dengan menggunakan air yang berlebihan daripada yang dibutuhkan guna perenyawaan kimia dengan semen. Air ini menggunakan ruangan, dan bila kemudian kering, meninggalkan rongga-rongga udara. Dapat ditambahkan bahwa selain air yang mengawali pemakaian ruangan dan kelak menjadi rongga, terjadi juga rongga-rongga udara langsung pada jumlah persentase yang kecil. Hal lain ialah, terdapatnya pengurangan volume absolut dari semen dan air setelah reaksi kimia dan terjadi pengeringan sedemikian rupa sehingga pasta semen yang sudah kering akan menempati volume yang lebih kecil dibanding dengan pasta yang masih basah, berapapun perbandingan air semennya yang digunakan.

Bilamana diperhatikan dengan cermat, semen Portland dapat dibuat cukup kedap air tanpa menambahnya dengan bahan khusus. Dari analisa diatas tentang penyebab ruangan kosong, jelaslah sekarang bahwa untuk mendapatkan beton padat dan kedap air, perbandingan air semen harus direduksi seminimal mungkin sejauh kemudahan pengerjaannya masih konsisten untuk dipadatkan tanpa terjadi pemisahan. Suatu kompromi antara perbandingan air semen yang rendah dan

kemudahan pengerjaan yang cukup, serta keadaan yang terbaik tergantung pada jenis konstruksi dan cara pemadatan.

Faktor lain yang mempengaruhi kekedapan ialah :

1. Mutu dan porositas dari agregat.
2. Umur. Kekedapan air berkurang dengan perkembangan umur. Pada campuran basah pengurangan ini lebih besar daripada campuran kering. Clanville, pada Building Research Technical Paper No.3 menunjukkan bahwa setelah setahun hanya terdapat perbedaan yang kecil antara kekedapan air dari campuran beton dengan konsistensi yang normal dengan campuran yang banyak airnya.
3. Gradasi. Agregat halus dipilih sedemikian, agar dihasilkan beton dengan kemudahan pengerjaan yang baik, dengan air yang minimal gradasi yang kasar dengan banyak pasir, sebaiknya dihindarkan.
4. Perawatan merupakan pengaruh yang penting, oleh karenanya perlu untuk membasahi beton terutama selama beberapa hari.

Sambungan adalah bagian yang paling lemah pada konstruksi beton, dan sebagai contoh rembesan lewat suatu konstruksi sambungan. Supaya kedap air, maka sebaiknya diadakan pemberian tutup secara mekanis, yang disebabkan sukarnya menghindari rembesan local akibat pemisahan, pemadatan yang kurang baik atau kejadian-kejadian lainnya. Apakah usaha ini dianggap perlu atau tidak, yang ialah mengusahakan suatu hubungan yang terkoordinasi pada setiap usaha.

Kekedapan air sukar diukur dengan tepat, dan pengujian-pengujian jarang dilakukan diluar laboratorium riset.

2.10 Daya tahan terhadap kikisan.

Daya tahan terhadap kikisan dihubungkan langsung dengan kekuatan hancur dan secara umum cukup aman untuk menganggap bahwa beton dengan kuat hancur yang besar juga mempunyai daya tahan terhadap kikisan besar. Kadang-kadang pengujian dilakukan pada suatu perkerasan beton, dengan mengadakan kikisan pada sebuah bola-baja selama 48 jam, dan kehilangan berat yang terjadi ditimbang. Cara ini diuraikan pada (British Standard 368 : 1971) untuk beton tumbuk pra-cetak.

2.11 Daya penutupan retak-retak.

Pengujian-pengujian yang telah banyak dilakukan menunjukkan bahwa retak-retak rambut akan tertutup oleh beton itu sendiri pada suasana basah. Keadaan sebenarnya ialah terbukanya semen yang belum dihidrasi pada waktu terjadinya retak, dan dengan adanya air dapat mengalami hidrasi dan mengeras.

2.12 Semen

Semen portland diproduksi untuk pertama kalinya pada tahun 1824 oleh Joseph Aspdin, dengan memanaskan suatu campuran tanah liat yang dihaluskan dengan batu kapur atau kapur tulis dalam suatu dapur sehingga mencapai suatu suhu yang cukup tinggi yang menghilangkan gas asam karbon. Sebelum tahun 1845 Isaac Johnson membakar bahan yang sama bersama-sama dalam suatu dapur atau pembakaran kapur sampai melebur dan mengeras kembali, sehingga menghasilkan sejenis semen yang amat mirip dan cocok dengan sifat kimia pokok dari Portland semen modern. Semenjak itu banyak usaha peningkatan mutu dengan perubahan-perubahan skala dari jenis pabrik, serta penyempurnaan cara-cara pengujian dan control yang pernah dipakai.

Proses kering dan proses basah merupakan dua cara produksi yang dipergunakan, proses basah lebih banyak di praktek di negeri ini. Pada proses kering bahan-bahan dihancurkan, dikeringkan dan kemudian dimasukan gilingan yang perlengkapan bola penggiling. Yang menjadikannya sebagai serbuk untuk dibakar dalam kondisi kering. Pada proses basah, pertama-tama bahan di hancurkan baru giling dalam gilingan pencuci sampai bentuknya seperti bubur. Setelah melalui penggiling pencuci dan gudang-gudang,, bubur bahan selanjutnya menuju tangki bubur bahan.

Dari gilingan semen di bawa oleh ban berjalan atau ditiupkan ke dalam gudang penyimpanan, dari sini semen dicurahkan menurut kebutuhan, dimasukkan dalam instalasi pembungkusan atau dicurahkan langsung ke dalam gerobak pembawa massa semen. Di instalasi pembungkusan, bungkus-bungkus kertas diisi secara otomatis dengan semen sampai mencapai berat nominal 50 Kg (110 lb). Di Amerika, di mana satuan Inggris masih digunakan, terdapat bungkus semen seberat 94 lb, yang biasa disebut zak itu.

Tabel 2.12 Persentase dari komposisi dan kadar senyawa kimia semen portland

Nama	Biasa	Pengerasan cepat	Panas rendah	Tahan sulfat
Analisa				
Kapur	63.1	64.5	60	64
Silikat	20.6	20.7	22.5	24.4
Alumina	6.3	5.2	5.2	3.7
Besi oksida	3.6	2.9	2.9	3
Senyawa Kimia				
Tri-kalsium silikat	40	50	25	40
Dikalsium silikat	30	21	45	40

Trikalsium				
Aluminate	11	9	6	2
Senyawa besi	11	9	14	9

Instalasi pembantu lainnya pada pabrik semen meliputi peralatan pembersih debu, kompresor udara dan pembangkit tenaga.

2.12.1 Sifat kimia dari semen Portland

Sifat kimia dari semen Portland sangat rumit, dan belum dimengerti sepenuhnya. Dalam hal ini cukup untuk mengenal pilihan bahan dan pengertian terhadap pengaruh empat macam senyawa kimia terhadap proses pengikatan dan pengerasan.

Ketika semen dicampur dengan air, timbulkan reaksi kimia antara campuran – campurannya dengan air. Pada tingkatan awal, sejumlah kecil dari “retarder” (gyps) cepat terlarut, dan dapat berpengaruh terhadap reaksi-reaksi kimia lain yang sedang mulai. Reaksi-reaksi ini menghasilkan bermacam-macam senyawa kimia yang menyebabkan ikatan dengan pengerasan, ada empat macam yang paling penting yaitu :

(1)Trikalsium Aluminate (tiga molekul kapur terikat pada satu alumina) C_3A

senyawa ini mengalami hidrasi sangat cepat disertai pelepasan sejumlah besar panas; menyebabkan pengerasan awal, tetapi kurang kontribusinya pada kekuatan batas; kurang ketahanannya terhadap agresi kimiawi; paling menonjol mengalami disintegrasi oleh sulfat air –tanah; dan tendensinya sangat besar untuk retak-retak, oleh perubahan volume.

(2)Trikalsium Silikat (tiga molekul kapur pada satu silikat) C_3S

senyawa ini mengeras dalam beberapa jam, dengan melepas sejumlah panas.

Kwantitas yang terbentuk dalam ikatan menentukan pengaruhnya terhadap kekuatan beton pada awal umumnya, terutama dalam 14 hari pertama.

(3) Dicalcium Silikat (dua molekul kapur pada satu silikat) C_2S

Formasi senyawa ini berlangsung perlahan dengan pelepasan panas yang lambat. Senyawa ini berpengaruh terhadap perogres peningkatan kekuatan yang terjadi dari 14 sampai 28 hari, dan seterusnya. Semen yang mempunyai proporsi dicalcium silikat banyak mempunyai ketahanan terhadap agresi-kimia yang relatif tinggi, penyusutan kering yang relatif rendah, oleh karenanya, merupakan semen Portland yang penting awet.

2.12.2 Jenis – jenis Semen

Komposisi semen Portland dan senyawa kimia yang ada berpengaruh terhadap sifat-sifat semen. Suatu analisa ringkas yang telah diberikan menunjukkan juga bahwa serangkaian besar karakteristik dimungkinkan dengan merubah-ubah proporsi bahan baku, dengan perubahan kehalusan penggiling, dan dengan perubahan-perubahan teknik lainnya. Oleh karenanya perlu penekanan salah satu karakteristik terhadap lain-lainnya. Agar dapat dibedakan maksud penggunaan berjenis-jenis semen yang telah di kembangkan.

Analisa-analisa yang memperlihatkan bahan-bahan penyusunan utama, dan senyawa-senyawa pada jenis semen biasa, semen cepat keras, panas rendah, tahan sulfat diberikan pada tabel 4.1. Ini merupakan harga rata-rata sebagai patokan terhadap bermacam-macam jenis semen Portland.

Hal menarik yang perlu dicatat sini ialah, kekuatan tekan batas yang diperoleh dengan semen dari tabel 4.1. , kira-kira sama besarnya, dan hanya kecepatan pengerasannya yang bervariasi sampai suatu besaran tertentu.

Semen Portland yang cepat mengeras umumnya mempunyai kadar tricalcium silikat yang tinggi, yang bilamana diperhalus semennya, bias mendapatkan kekuatan awal yang tinggi. Sebagaimana halnya dengan semen Portland biasa, terdapat suatu variasi dalam sifat jenis semen yang cepat mengeras ini.

Harus dicatat di sini bahwa persyaratan yang menyangkut waktu pengikatan sama dengan semen Portland biasa.

Semen Amerika jenis II yang menuruti ASTM C 150-74 sama secara fisik dan sifat-sifat kimianya.

Persyaratan-persyaratan dari british Standard dan ASTM untuk semen ini dan semen jenis lain sudah tercakup dalam tabel 4.2.

Semen dengan kuat awal yang sangat tinggi diproduksi dengan memisahkan bagian halus semen Portland cepat-keras dalam terowongan angin cyclone di pabrik. Hasilnya adalah semen dengan permukaan spesifik tinggi. (kira-kira 700 m²/kg).

2.13 Agregat

Hampir semua faktor yang berkenaan dengan kelayakan suatu agregat endapan (deposit) berhubungan dengan sejarah geologi dari daerah sekitarnya. Proses geologis yang membentuk suatu deposit atau modifikasi yang berturutan, menentukan ukuran, bentuk, lokasi, jenis, keadaan dari batuan, serta gradasi,

kebulatan dan derajat informitasnya, dan sejumlah faktor lain yang berkaitan dengan pertanyaan tentang penggunaannya.

Sifat yang paling penting dari suatu agregat (batu batuan, kerikil pasir dan lain-lain) ialah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan, yang dapat mempengaruhi ikatannya dengan pasta semen, porositas dan karakteristik penyerapan air yang mempengaruhi daya tahan terhadap proses pembekuan waktu musim dingin dan agresi kimia, serta ketahanan terhadap penyusutan.

2.13.1 Pasir dan Kerikil.

Agregat yang banyak digunakan karena sifatnya yang ekonomis di inggri adalah pasir dan kerikil. Deposit pasir dan kerikil alamiah timbul sebagai deposit pada tempat yang dangkal (mengapung) atau terletak didasar sungai-sungai maupun sebagai peninggalan ketika es mencair.

Deposit sungai masih merupakan yang paling umum dan memenuhi syarat karena deposit ini mempunyai gradasi yang konsisten sebagai hasil daya seleksi oleh sungai itu, bentuknya biasanya bulat, tak teratur, dan gaya kikis selama tranportasi oleh aliran sungai yang pengendapan sesudahnya menghasilkan eliminasi partikel-partikel yang lemah. Pada umumnya, kerikil sungai seragam dalam tebalnya dan deposit dapat di eksploitasi dari 1 meter sampai 6 meter. Lembah thames dan trent adalah bagian dari sungai besar yang merupakan suatu cadangan kerikil berkualitas tinggi.

Deposit yang berasal dari es yang membeku, meskipun banyak dijumpai, kurang ekonomis untuk memanfaatkan dan tampaknya kualitasnya tidak seragam, meskipun banyak dijumpai sampai 10 m tebalnya. Pekerjaan besar didalam

pengambilan kerikil jenis ini didapat dilembah St.Albans, East Anglia, the midland dan bagian utara England. Dopusit-deposit Lancashire sebagian besar berisi pasir, sedangkan di clwyd, yang merupakan deposit dari es baku merupakan sumber potensial kerikil, tetapi beberapa deposit kerikil disebelah selatan uplands mempunyai pengaruh sebaliknya terhadap sifat penyusutan beton.

Kerikil dan pasir tidak dikeruk dimuara-muara sungai, terutama pasir dari selat Bristol dan teluk Liverpool dimana digunakan batu pecah untuk betonnya. Produksi dari laut utara dan selat inggris tampak melimpah dalam sepuluh tahun belakangan ini. Meskipun agregat yang dikeruk dari laut telah digunakan pada beberapa tempat selama bertahun-tahun, kenaikan produksi dan kegunaannya telah menentukan batasan tertentu, agar karang laut dan kadar garam tertentu dapat disetujui penggunaannya untuk campuran beton.

2.13.2 Agregat Buatan

Sisa-sisa batuan tambang yang diambil dari tungku pembakaran adalah agregat buatan yang banyak digunakan, lebih-lebih di benua-benua lain, amerika dan inggris ini dihasilkan dari tungku pembakaran besi yang mengandung ciri khas dan aluminium-silikat dari kapur. Sisa-sisa batuan tambang ini kekerasannya bervariasi, dan yang berbentuk debu, dan mudah lepas akibat terlalu banyak besi veronya sebaiknya dihindari pemakaiannya. Banyak sisa benda-benda tambang yang sulit diduga dan perlu diteliti dengan merendamnya dalam air sekurang-kurangnya 2 minggu, selama ini timbul tanda-tanda perpecahan. Prosedur laboratorium menguji sifat dari batuan tambang ini diuraikan pada BS : 1047 :

bagian 2 1974 (1), yang antara lain ialah : (i) analisa kimia untuk mengetahui jumlah belerang, asam sulfat yang terlarut silica, alumina, kapur maknesia, besi oksida dan titanium oksida (ii) pengujian stabilitas terhadap unsur besi, termasuk analisa terhadap pengujian jatuh, menjadi debu atau ketidakstabilan kapur dan pengujian mikroskopi, (iii) terhadap pengujian penyerapan air dibutuhkan “Bulk-Density”, sekurang-kurangnya 1500 kg/m³.

Batu-bata pecah yang bersih merupakan agregat yang memenuhi syarat, kekuatan dan berat jenis beton tergantung pada jenis batu-batanya. Suatu batu-bata yang campuran atau yang biasa dipakai dalam bidang teknis, bila dipecahkan dapat menghasilkan beton yang baik dengan kekuatan hancur sedang. Didalam menggunakan batu-bata bekas pakai perlu diperhatikan bahwa semua plastic yang melekat harus dihilangkan, sebab kalau tidak kalsium sulfat yang ada dikhawatirkan memperlambat pengerasan, dan dapat menimbulkan perpecahan dalam waktu singkat. Batu-bata yang mengandung sulfat terlarut lebih dari 0.5 persen harus dihindarkan. Agregat dari batu-bata harus dalam keadaan kenyang air sebelum dipakai, karena sifat penyerapannya yang relative tinggi. Jennies batu-bata yang besar pori-porinya sebaiknya di hindarkan pemakaiannya untuk pekerjaan beton yang bertulang karena terkandung bahaya masuknya air yang dapat menyebabkan berkaratnya baja tulangan.

Kaca bukan agregat yang dapat diandalkan, karena banyak dari jenis ini yang mempunyai sifat reaksi alkali yang keras.

2.13.3 Agregat Ringan

Beberapa agregat, seperti lahar yang sudah mengeras, “breeze” dan debu hasil pembakaran bahan bakar yang ditumbuk halus, batu apung, sisa-sisa batuan

yang berpori besar/busa, sisa pembakaran kayu/arang kayu, dipakai pada pabrik yang memproduksi beton ringan yang non struktural. Agregat buatan yang dapat diproses, terutama seperti tanah liat dan batu tulis yang telah dikembangkan, sisa batuan tambang yang berpori besar seperti busa, dan abu sisa pembakaran bahan bakar, digunakan untuk menambahkan ringannya beton struktural ini.

2.13.4 Produksi Agregat Kerikil dan Pasir

Pasir dan kerikil diperoleh dari lubang-lubang atau dikeruk dari dasar sungai atau dasar laut. Lubang-lubang pada tanah dapat “berair” atau “kering” tergantung kepada muka air tanah disekitarnya, meskipun beberapa lubang kadang-kadang dikeringkan dengan pompa. Tempat deposit ini biasanya tertutup oleh timbunan tanah yang harus disingkirkan dengan “scrapet”, “mechanical shovel” “draglines” atau dengan menggantinya bagian perbagian. Timbunan ini terdiri atas campuran tanah dan batu. Dengan menyingkirkan timbunan ini belum tentu terlihat langsung adanya patahan atau lekukan cadangan kerikil, kecuali bila dilakukan penyikiran timbunan timbunan atas ini dengan hati-hati, karena sering kali kerikil yang kotor ikut terangkat.

Kemudian pasir dan kerikil digali dengan “mechanical shovel” bila lubang-lubang kering, atau dengan “draglines” bilamana lubang baah maupun kering. Dapat juga dengan digunakan alat berat jenis pontoon yang bentuknya menyerupai “kepiting” dengan “crane” atau dengan pompa hisap, dalam lubang-lubang basah. Kerikil biasanya terletak diatas tanah liat, sehingga perlu diperhatikan agar jangan mengikutsertakan gumpalan tanah yang ini, karena gumpalan tanah liat sulit untuk dibuang meskipun dengan dicuci berulang ulang. Bahaya dari tercampurnya gumpalan tanah liat kedaam kerikil lebih sering terjadi

pada lubang-lubang yang air dimana digunakan “draglines” atau “pontoon” yang menyerupai kepiting, karena operator alat berat ini tidak dapat melihat daerah galian, sehingga sulit mengendalikan kedalaman galian.

Campuran dari kerikil dan pasir biasanya dibawa dari lubang ke pusat instalasi penyaringan dengan memakai ban berjalan maupun dengan truk-truk ringan ataupun menggunakan jalur pipa dimana kerikil diangkat ke atas dengan pompa hisap. Ban berjalan biasanya digunakan untuk menaikan bahan-bahan dari muka tanah kepada suatu elevasi untuk dicuci pada instalasi penyaringan.

2.14 Pengertian serat

Serat ialah suatu jenis bahan berupa potongan-potongan yang membentuk jaringan memanjang yang utuh ataupun senyawa. Serat yang paling sering dijumpai disekitar kita yaitu kain. Bahan ini sangat penting dalam kehidupan kita, baik hewan maupun tumbuhan sebagai kebutuhan tubuh kita sendiri. Manusia menggunakan serat dalam banyak hal, seperti: membuat tali, kain, kertas dll. Serat dapat digolongkan menjadi dua jenis yaitu serat alami dan serat sintetis (serat buatan manusia). Serat sintetis dapat diproduksi secara murah dalam jumlah yang besar. Serat alami memiliki kelebihan khususnya dalam hal kenyamanan, karena terbuat dari tumbuhan dan hewan.

2.15 Mengenal tebu

Morfologi tebu

Nama tebu hanya dikenal di Indonesia. Dilingkungan internasional tanaman ini lebih dikenal dengan nama ilmiahnya, *Saccharum officinarum* L. Jenis ini termasuk dalam famili Gramineae atau lebih dikenal sebagai kelompok rumput

rumpunan. Secara morfologi, tanaman tebu dapat dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu batang, daun, akar, dan bunga.

2.15.1 Batang

Tanaman tebu mempunyai sosok yang tinggi kurus, tidak bercabang, dan tumbuh tegak. Tanaman yang tumbuh baik, tinggi batangnya dapat mencapai 3-5 meter atau lebih. Kulit batang keras berwarna hijau, kuning, ungu, merah tua atau kombinasinya. Pada batang terdapat lapisan lilin yang berwarna putih keabu-abuan. Lapisan ini banyak terdapat waktu sebatang masih muda. Batangnya beruas ruas dengan panjang ruas 10-30 cm. Batang bawah mempunyai ruas yang lebih pendek. Ruas batang dapat berbentuk tong, silindris, kelos, konis, konis terbalik atau cembung cekung. Ruas batang dibatasi oleh buku buku yang merupakan tempat kedudukan daun. Di setiap ketiak daun terdapat mata tunas berbentuk bulat atau panjang. Mata tunas ini yang nantinya akan tumbuh menjadi bibit.

2.15.2 Daun

Daun tebu merupakan daun tidak lengkap, Karena hanya terdiri dari pelapah dan helaian daun. Daun berpangkal pada buku batang dengan kedudukan yang berseling. Pelelah memeluk batang, makin keatas makin sempit. Pada pelelah terdapat bulu bulu dan telinga daun. Pertulangan daun sejajar. Helaian daun berbentuk garis sepanjang 1-2 meter dan lebar 4-7 cm dengan ujung meruncing, bagian tepi bergerigi, dan permukaan daun kasap.

2.15.3 Akar

Tebu mempunyai akar serabut yang panjangnya dapat mencapai satu meter. Sewaktu tanaman masih muda atau berupa bibit, ada dua macam akar, yaitu akar setek dan akar tunas. Akar setek/bibit berasal dari setek batangnya. Akar ini tidak berumur panjang dan hanya berfungsi sewaktu tanaman masih muda. Akar tunas berasal dari tunas. Akar ini berumur panjang dan tetap ada selama tanaman masih tumbuh.

2.15.4 Bunga Tebu

Bunga tebu merupakan bunga majemuk yang tersusun atas malai dengan pertumbuhan terbatas. Sumbu utamanya bercabang cabang makin ke atas makin kecil, sehingga membentuk piramid. Panjang bunga majemuk 70-90 cm. Setiap bunga mempunyai tiga daun kelopak, satu daun mahkota, tiga benang sari dan dua kepala putih.

2.15.5 Kandungan tebu.

Bila tebu dipotong, akan terlihat serat-serat dan terdapat cairan yang manis. Serat dan kulit batang biasa disebut sabut dengan persentase sekitar 12,5% dari bobot tebu. Cairannya disebut nira dengan persentase 87,5%. Nira terdiri dari air dan bahan kering. Bahan kering tersebut ada yang larut dan ada pula yang tidak larut dalam nira. Gula yang merupakan produk akhir dari pengolahan tebu terdapat dalam bahan kering yang larut dalam nira. Akan tetapi, bahan kering yang larut juga mengandung bahan bukan tebu. Jadi dapat dibayangkan betapa kecilnya persentase gula dalam tebu.

Nira yang terlihat berupa cairan mengandung banyak unsur-unsur penting, antara lain sebagai berikut :

1. Amylum atau karbohidrat.
2. Sakarosa atau gula tebu.

Bentuk sakarosa murni berupa kristal/hablur, tidak berair, dengan rasa manis, dan berwarna putih jernih. Bila dipanaskan pada suhu 100-160⁰C, sakarosa akan meleleh menjadi cair. Apabila suhu lebih panas lagi, air akan menguap sehingga terbentuk caramel. Kandungan sakarosa optimal pada waktu tanaman mengalami kemasakan optimal, yakni menjelang berbunga. Apabila ditambah air, sakarosa akan terurai menjadi glukosa dan fruktosa.

3. Glukosa dan Fuktosa atau gula urai atau gula invert.

Glukosa murni berupa kristal bentuk tiang dan bebas air dengan titik lebur 146⁰C. Bila tanaman semakin tua, kandungan glukosanya semakin tinggi. Fruktosa murni berupa kristal berbentuk jarum, banyak terdapat sewaktu tanaman masih muda.

Istilah yang tidak bisa dipisahkan dengan nira adalah rendemen. Rendemen secara umum diartikan sebagai persen jumlah yang dapat dimanfaatkan dari jumlah keseluruhan. Rendemen tebu menunjukkan besar kecilnya kandungan gula didalam batang tebu. Berdasarkan waktu pengukuran dan bahan ujinya, rendemen dapat dibagi menjadi rendemen efektif, rendemen sementara, dan rendemen contoh. Rendemen efektif atau rendemen sebenarnya adalah rendemen yang diukur setelah tebu digiling. Bahan diambil setelah proses giling. Rendemen sementara adalah rendemen yang diukur pada waktu tebu masih diproses. Bahan diambil masih dalam proses. Sedangkan rendemen

contoh adalah rendemen yang diukur sebelum tebu ditebang. Bahan diambil sewaktu tanaman masih dikedun. Rendemen contoh berguna untuk menentukan tingkat kemasakan, sedangkan rendemen sementara untuk menentukan harga jual.

Besar kecilnya rendemen sangat berpengaruh pada harga tebu, sehingga hal hal yang mempengaruhi rendemen perlu diperhatikan. Berkurangnya rendemen dapat terjadi waktu melakukan budidaya atau didalam pabrik. Dengan mengetahui berbagai hal yang mempengaruhi rendemen maka dapat dilakukan upaya meningkatkan rendemen sedini mungkin.

Berkurangnya rendemen dapat disebabkan hal-hal yang menyangkut tanaman, seperti berikut :

1. Varietas tebu ada yang mempunyai bakat rendemen tinggi, bobot tinggi, atau antara rendemen dan bobot seimbang.
2. Mutu budidaya tanaman tebu dipengaruhi oleh beberapa hal.

a. Waktu penanaman

Penanaman yang tergesa-gesa menyebabkan tanah belum cukup udara terutama tanah berat dan banyak air, sehingga pertumbuhan tanaman kurang sempurna.

b. Bulan Tanam

Penanaman berkaitan erat dengan ketersediaan air dalam tanah, karena tanaman tebu banyak memerlukan air sangat masih muda. Berdasarkan hasil penelitian, bulan yang terbaik untuk mulai penanaman adalah antara Mei sampai Juli.

c. Penyiangan dan Pembumbunan

Kebun yang kotor, kurang terawat, dan banyak rumputnya akan menurunkan rendemen dan produksi sampai 0,11%. Sedangkan pembumbunan dan *klentek* sebelum pembumbunan akhir juga mempengaruhi rendemen dan produksi.

d. Pemupukan

Jumlah pupuk yang tepat akan memperbaiki rendemen.

e. Hama dan Penyakit

Adanya serangan hama dan penyakit dapat menurunkan rendemen 4-30%.

3. Pertumbuhan tanaman yang kurang baik seperti

- Doyong atau roboh
- Tinggi tanaman kurang dari 3 meter, dan
- Banyak keluar siwilan, yaitu cabang yang tumbuh liar.

4. Umur tebang

Penebangan hendaknya pada saat tanaman mengalami kemasakan optimal. Penebangan sebelum atau sesudah saat itu menyebabkan rendemen turun. Untuk mengatasinya, pabrik gula mengadakan analisa rendemen (rendemen contoh) menjelang tebang.

5. Mutu tebang pun perlu diperhatikan, menyangkut hal-hal berikut :

- a. Pucukan mempunyai rendemen yang rendah. Bila tidak dihilangkan, pucukan akan menurunkan kadar rendemen.
- b. Kotoran sangat merugikan, karena dapat menarik gula dalam nira. Bila kotoran lebih dari 3%, maka tiap kenaikan 1% menurunkan rendemen sebesar 0,194%.
- c. Batas tebang yang baik sampai batang yang terbawah (dalam tanah), karena pada bagian ini mempunyai rendemen tertinggi dibagian lain.

d. Hasil tebang yang tidak langsung digiling akan menurunkan rendemen.

Paling lambat tebu digiling 36 jam setelah tebang.

e. Kebun tebu yang terbakar harus dilakukan penebangan dan penggilingan tanaman yang masih tersisa.

6. Keadaan lingkungan

a. Curah hujan

Hujan dibulan Oktober - November berpengaruh baik terhadap tanaman, karena waktu itu tanaman masih muda dan membutuhkan air yang cukup.

Sedangkan hujan dibulan Mei bertepatan dengan proses kemasakan optimal akan dapat menurunkan rendemen.

b. Daerah dengan kandungan air tanah yang tinggi akan mempunyai rendemen yang lebih rendah dibanding daerah dengan air tanah yang sedang.

c. Daerah didataran tinggi mempunyai rendemen yang lebih tinggi dibanding daerah di dataran rendah.

2.16 Ampas tebu.

Ampas adalah hasil samping dari proses ekstraksi (pemerahan) cairan tebu. Dari satu pabrik dapat dihasilkan ampas tebu sekitar 35 – 40% dari berat tebu yang digiling. Mengingat begitu banyak jumlahnya, maka ampas tebu akan memberikan nilai tambah untuk pabrik, bila diberi perlakuan lenih lanjut.

Pada umumnya, pabrik gula diindonesia memanfaatkan ampas tebu sebagai bahan bakar bagi pabrik yang bersangkutan, setelah ampas tersebut mengalami pengeringan. Disamping untuk bahan bakar, ampas tebu juga banyak digunakan sebagai bahan baku pada industri kertas, *particle board*, *fibre board*, dan lain-lain.

2.17 Kandungan Ampas Tebu

Pengujian komposisi ampas tebu seperti yang ditunjukkan pada table dibawah.Menunjukkan bahwa kandungan terbesar adalah selulosa sebesar 35.01%.Beberapa penelitian yang melakukan uji komposisi ampas tebu juga menunjukkan hasil serupa, meskipun jumlahnya bervariasi dikarenakan perbedaan ampas tebu yang diuji.Perbedaan besarnya komposisi pada masing masing ampas tebu disebabkan oleh beberapa hal seperti varietas, waktu panen, dan kondisi tumbuh.

Tabel 2.17 Kandungan ampas tebu dan jumlah persentasenya

Komponen	Jumlah (%)
Selulosa	35.01
Hemiselulosa	25.24
Lignin	6.4
Silikat	9.35

2.18 Beton dan Serat

Serat bahan yang berupa potongan potongan komponen yang membentuk jaringan memanjang yang utuh adalah suatu jenis bahan berupa potongan-potongan komponen yang membentuk jaringan memanjang yang utuh. Contoh serat yang paling sering dijumpai adalah serat pada kain. Material ini sangat penting dalam ilmu Biologi baik hewan maupun tumbuhan sebagai pengikat dalam tubuh. Manusia menggunakan serat dalam banyak hal: untuk membuat tali, kain, atau kertas. Serat dapat digolongkan menjadi dua jenis yaituserat alami dan serat sintetis (serat buatan manusia).

Serat sintetis dapat diproduksi secara murah dalam jumlah yang besar. Namun, serat alami memiliki berbagai kelebihan khususnya dalam hal kenyamanan. Serat alami meliputi serat yang diproduksi oleh tumbuh-tumbuhan, hewan, dan proses geologis. Serat jenis ini bersifat dapat mengalami pelapukan. Serat alami dapat digolongkan ke dalam: Serat tumbuhan/serat pangan; biasanya tersusun atas selulosa, hemiselulosa, dan kadang-kadang mengandung pula lignin. Contoh dari serat jenis ini yaitu katun dan kain ramie. Serat tumbuhan digunakan sebagai bahan pembuat kertas dan tekstil. Serat tumbuhan juga penting bagi nutrisi manusia.

Serat kayu, serat yang berasal dari batang tumbuhan berkayu. Serat hewan, umumnya tersusun atas protein tertentu. Contoh dari serat hewan yang dimanfaatkan oleh manusia adalah serat ulat (sutra) dan bulu domba (wol). Serat mineral, umumnya dibuat dari asbestos. Saat ini asbestos adalah satu-satunya mineral yang secara alami terdapat dalam bentuk seratpanjang. Serat sintetis atau serat buatan manusia umumnya berasal dari bahan petrokimia. Namun, ada pula serat sintetis yang dibuat dari selulosa alami seperti rayon. Serat mineral Kaca serat/Fiber glass, dibuat darikuarsa, Serat logam dapat dibuat dari logam yang duktil seperti tembaga, emas, atau perak. Serat karbon Serat polimer adalah bagian dari serat sintetis. Serat jenis ini dibuat melalui proses kimia. Bahan yang umum digunakan untuk membuat serat polimer: polyamida nilon, PET atau PBT poliester, digunakan untuk membuat botol plastik, fenol-formaldehid (PF) serat polivinyl alkohol (PVOH) serat polivinyl khlorida (PVC) poliolefin (PP dan PE) polyethylene (PE).

Beton serat dapat didefinisikan sebagai beton yang terbuat dari semen portland atau bahan pengikat hidrolis lainnya yang ditambah dengan agregat halus dan kasar, air, dan diperkuat dengan serat.

Interaksi antara serat dan matrik beton merupakan sifat dasar yang mempengaruhi kinerja dari material komposit beton serat. Pengetahuan tentang interaksi ini diperlukan untuk memperkirakan kontribusi serat dan meramalkan perilaku dari komposit.

Serat untuk campuran beton dapat dibedakan menjadi empat jenis, yaitu :

1. Serat metal, misalnya serat besi dan serat *stainless steel*.
2. Serat polymeric, misalnya serat polypropylenedan serat nylon.
3. Serat mineral, misalnya *fiberglass*.
4. Serat alam, misalnya serabut kelapa dan serabut nenas.

Serat polypropylene merupakan senyawa hidrokarbon dengan rumus kimia C_3H_6 yang berupa filamen tunggal ataupun jaringan serabut tipis yang berbentuk jala dengan ukuran panjang antara 6mm sampai 50 mm dan memiliki diameter 90 mikron. Kadar serat polypropylene yang sering digunakan adalah sebesar 900 gr/m³ beton. Kadar serat nylon yang sering digunakan adalah sebesar 600 gram/m³. Pada penelitian ini digunakan serat polypropylene dan serat nylon dengan merek dagang Fibermesh dan Nycon. Karakteristik umum dari serat polymeric yang dipakai dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 2.18 Karakteristik serat polimeric

Karakteristik	Serat Nylon	Serat Polypropylene
Bentuk	serat tunggal	jaringan serabut tipis yang berbentuk jala
Diameter Serat	23 mikron	90 mikron

Panjang serat	19 mm	19 mm
Berat jenis	1,16	0,9
Kekuatan tarik	9200 kg/cm ²	5600 kg/cm ²
Modulus elastisitas	52000 kg/cm ²	35000 kg/cm ²
Penyerapan air	4%	Nihil
Titik leleh	224 oC	170 oC
Ketahanan asam dan garam	Baik	Baik
Ketahanan alkali	Baik	Baik
Permukaan beton	tidak berambut (polos)	Berambut

Bentuk serat tunggal jaringan serabut tipis yang berbentuk jala Diameter Serat 23 mikron 90 mikron Panjang Serat 19 mm 19 mm Berat Jenis 1,16 0,9 Kekuatan Tarik 9200 kg/cm² 5600 kg/cm² Modulus Elastisitas 52000 kg/cm² 35000 kg/cm² Penyerapan Air 4 % Nihil Titik Leleh 224 oC 170 oC Ketahanan Asam dan Garam Baik Baik Ketahanan Alkali Baik Baik Permukaan Beton tidak berambut (polos) Berambut.

Keuntungan penggunaan serat polymeric dalam campuran beton adalah sebagai berikut:

1. meningkatkan kekuatan beton (tekan, tarik, dan lentur), kedapannya, daya tahan terhadap beban kejutan, daktilitas, kapasitas penyerapan energi, daya tahan beban berulang, dan daya tahan abrasi,
2. mengurangi retak-retak karena susut dan terjadinya korosi tulangan baja, dan
3. memungkinkan adanya kekuatan beton setelah terjadinya keretakan.

Adapun kekurangan dari serat jenis ini adalah:

1. mudah terbakar; kebakaran akan menyebabkan bertambahnya porositas pada beton sesuai dengan persentase volume dari serat yang ada pada beton.
2. lemah terhadap sinar matahari dan oksigen, sehingga untuk melindungi serat terhadap radiasi ultraviolet dan oksidasi, biasanya pabrik menambahkan bahan peningkat stabilisasi dan pigmen. Serat polypropylene mengalami proses pelapukan akibat radiasi ultraviolet dari sinar matahari dan oksidasi oleh oksigen dari udara.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Genteng elastis merupakan suatu material konstruksi yang bersifat ringan karena tersusun dari bahan yang elastis (aspal) dan kecil (agregat pasir dan serat ampas tebu). Genteng elastis yang dalam penelitian ini dibuat yaitu menggunakan teknik konvensional cetak dan tekan dengan bahan baku : aspal, agregat kasar, agregat halus dan serbuk serat ampas tebu yang dicampur dengan pencampuran kering (*dry mixing*). Variasi komposisi agregat halus, agregat kasar dan serat ampas tebu 80:0 gr, 78:2 gr, 76:4 gr, 74:6 gr, 72:8 gr, 70:10 gr dengan perekat aspal dipertahankan konstan sebesar 20% dari massa total campuran kemudian dicampur selama 15 menit pada suhu 100°C, kemudian dicor dan ditekan selama 1/2 jam pada suhu 120°C dan tekanan 38 atm (38,5 x 10⁵ Pa) dengan *Hot Compressor* dengan waktu tahan 3 jam. Karakterisasi material dilakukan pada genteng elastis untuk melihat bagaimana interaksi antar bahan dalam membentuk genteng elastis yaitu aspal, agregat dan serat ampas tebu terhadap sifat fisis : porositas dan daya serap air, sifat mekanik: kuat impak, kuat lentur dan kuat tekan. Dalam hal ini, dilihat parameter yang mempengaruhi sifat-sifat dari material tersebut meliputi pengaruh komposisi untuk memberikan gambaran interaksi untuk membentuk suatu ikatan antar campuran bahan yang satu dengan bahan yang lain. Juga dilihat kemungkinan- kemungkinan hasil sampingan dari produk yang ada dalam genteng elastis tersebut.

3.2 Lokasi penelitian

Penelitian ini berlokasi di laboratorium Universitas Medan Area dan obyek utama penelitian ini adalah genteng beton dengan bahan campuran ampas tebu.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian.

3.3 Waktu Penelitian

Penelitian genteng beton dengan serat tebu dilaksanakan dari tanggal 15 Desember 2019 sampai 15 Januari 2020.

3.4 Teknik Pengumpulan data

Teknis pengumpulan data dilaksanakan dengan metode eksperimen terhadap beberapa benda uji dari berbagai klasifikasi yang diuji di laboratorium. Untuk beberapa hal pengujian bahan, digunakan data sekunder yang dikarenakan penggunaan bahan dan sumber yang sama.

3.5 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

a. Agregat Halus

Agregat yang digunakan berasal dari laboratorium jurusan teknik sipil Universitas Medan area dan jika tidak tersedia maka akan dicari agregat local yang memenuhi syarat.

b. Air

Air yang digunakan berasal dari Laboratorim jurusan teknik sipil Universitas Medan area.

c. Semen

Semen yang digunakan adalah semen Andalas

d. Kapur Mil

Kapur mil yang digunakan berasal dari pabrik.

e. Ampas Tebu

Ampas tebu yang digunakan berasal dari penjual air tebu dipinggir jalan.

3.6 Peralatan Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Teknik sipil Universitas Medan Area, Alat-alat digunakan sebagai berikut :

a. Timbangan

b. Gunting

c. Ayakan

d. Cangkul/sekop

e. Sendok semen

f. Ember

g. Cetakan genteng

h. Rak penyimpanan

3.7 Tahap dan Prosedur Penelitian

Tahapan-tahapan pelaksanaan penelitian berikut :

a. Tahap 1 (Tahap persiapan)

Tahapan ini meliputi study literatur, mempersiapkan bahan, form data pengujian dan alat uji penelitian.

b. Tahap II

Tahapan melakukan pengujian bahan (pasir, kerikil, dan lain-lain)

c. Tahap III

Tahapan ini meliputi hal-hal sebagai berikut :

1. Melakukan uji pendahuluan untuk mencari komposisi beton berpori.
2. Pembuatan Genteng serat dengan gradasi agregat seragam, rencana proporsi komposisi beton berpori berdasarkan 0 % : 0,6 % : 1,2 % dan 1,8 %.
3. Membuat adukan genteng beton
4. Perawatan benda uji.
5. Melakukan pengujian permeabilitas dan porositas.

d. Tahap IV

1. Melakukan analisis data hasil pengujian untuk mendapatkan kesimpulan hubungan antara variable-variabel yang diteliti pada penelitian.
2. Melakukan pengambilan kesimpulan dan saran dari analisis pengujian yang berhubungan dengan tujuan penelitian.

3.8 Perencanaan Campuran Penelitian

Perencanaan campuran genteng beton yang tepat dan sesuai dengan proporsi adukan campuran beton sangat diperlukan untuk mendapatkan kualitas genteng beton yang baik. Dalam penelitian ini perencanaan campuran genteng beton menggunakan standar Dinas Pekerjaan Umum (SK SNI T-15-1990-03).

3.9 Pengujian Rembesan Air

Langkah pengujian rembesan air sebagai berikut :

1. Sediakan pipa pvc 3/4 dengan tinggi 6 cm yang sudah di potong sesuai dengan lekukan genteng.
2. Pipa yang sudah disediakan diletakan dipermukaan genteng dan permukaan luarnya direkatkan dengan lem lilinagar air tidak bocor.
3. Genteng-genteng kemudian ditempatkan sedemikian, sehingga seluruh bagian bawahnya dapat diamati
4. Pipa diisi air setinggi 6 cm dan dibiarkan selama 24 jam.
5. Bila tinggi permukaan air sudah tetap, maka air ditambahkan lagi sehingga tinggi air tidak kurang dari 6 cm (diperoleh V_s = volume awal cm^3)
6. Selama 4 jam bagian bawah genteng diamati dan diuji terhadap penetesan air
7. Setelah 4 jam diukur tinggi permukaan air dengan dasar pipa menggunakan penggaris (diperoleh V_f = volume akhir cm^3)
8. Hitung persentase rembesan dengan rumus $x = \frac{V_s - V_f}{V_f} \times 100 \%$

3.10 Pengujian Daya Serap Air

Pada penelitian ini tahap perendaman yang dilakukan untuk menghitung nilai daya serap air sebagai berikut :

1. Setelah genteng beton dicetak didiamkan selama 28 hari.

2. Diukur berat massa genteng beton sebelum direndam. (W2)
3. Dilakukan perendaman dalam air selama 24 jam.
4. Setelah 24 jam direndam, genteng beton ditimbang kembali massanya (W2)
5. Nilai daya serap air dihitung dengan menggunakan rumus (W)
$$W = W2 - W1.$$

3.11 Pengujian Suhu

Pada penelitian ini tahap pengujian suhu yang dilakukan sebagai berikut :

1. Setelah genteng beton dicetak didiamkan selama 28 hari
2. Kemudian dilakukan pembuatan ruangan dengan ukuran 1 m2 dan tinggi bangunan 1 m.
3. Selanjutnya genteng di susun di atas permukaan bangunan.
4. Pasang thermometer di dalam ruangan yang di uji.
5. Dilakukan pengecekan setiap 4 jam selama 24 jam pada saat cuaca panas.
6. Terakhir hitung perbandingan suhu luar dengan suhu dalam ruangan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian analisa data dan pembahasan yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil pengujian rembesan air, semakin banyak serat tebu yang digunakan maka prosentase rembesan air akan semakin bertambah. Ini menunjukkan penambahan serat tebu pada genteng beton berpengaruh terhadap nilai persentase rembesan air. Dengan demikian penambahan serat tebu pada genteng beton menyebabkan kualitas genteng beton semakin menurun. Semua genteng dengan persentase 0% , 0,6% , 1,2% dan 1,8% memenuhi syarat sesuai standar PUBI 1982.
2. Dari hasil pengujian porositas, semakin banyak serat tebu yg digunakan maka daya serap airnya akan semakin besar.
3. Dari hasil pengujian suhu ruangan, semakin besar persentase penambahan serat tebu yang digunakan maka suhu ruangan akan semakin dingin.

5.2 Saran

Saran saya lebih baik menggunakan genteng tanpa campuran ampas tebu. Walaupun suhu ruangnya tidak sama seperti suhu ruangan dengan campuran ampas tebu, setidaknya genteng yang digunakan layak dan tidak rentan terjadinya rembesan air.

DAFTAR PUSTAKA

- Ediputra, K;. (2010). Genteng Keramik yang berasal dari Tanah. *Skripsi*.
- Hartono, Iwan Fauzie;. (2012, Januari). Penggunaan Limbah Abu Ampas Tebu Untuk Campuran Genteng Tanah Liat. *Karya Tulis Ilmiah*.
- Huda, Naufal; Saleh, Rosmawita; Septiandini, Erna;. (2008). Pemanfaatan Ampas Tebu Sebagai Bahan Pengisi Lembaran Serat Semen Dalam Kaitannya Terhadap Mutu. *Jurnal Menara*, , Vol 3 No 1.
- Kamaluddin Lubis, Edy Hermanto: (2020) pembuatan genteng beton dengan bahan campuran serabut kelapa (Univeristas Medan Area)
- Mis, Rambe, Ariska Aj; Fauzi, Fiqhi; Khanifah, Siti;. (2016). Pemanfaatan Limbah Serat Ampas Tebu (Saccharum Officinarum) Sebagai Bahan Baku Genteng Elastis. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, Vol 5 No 2.
- Pamungkas, Aan;. (2015, November 09). Tinjauan Kualitas Genteng Beton Sebagai Penutup Atap Dengan Bahan Tambahan Serat Tebu. *Naskah Publikasi*.
- SNI 0096-2007, Genteng Beton. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional (BSN).

LAMPIRAN



Proses penjemuran ampas tebu



Proses pengelupasan ampas dari kulit tebu



Proses pengelupasan ampas tebu dari kulit tebu



Proses penimbangan ampas tebu yang sudah dipotong potong



Penimbangan ampas tebu berdasarkan persentase



Ampas tebu berdasarkan persentase



Ampas tebu sesudah dipotong potong



Proses pembuatan cetakan genteng beton



Proses pembuatan cetakan genteng beton

