

**PENGARUH ABU AMPAS TEBU SEBAGAI BAHAN
SUBSTITUSI SEMEN PADA PEMBUATAN BATAKO**

SKRIPSI

YOBEL SAROWA'A HULU

13.811.0047



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2018

**PENGARUH ABU AMPAS TEBU SEBAGAI BAHAN
SUBSTITUSI SEMEN PADA PEMBUATAN BATAKO**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Sipil di Fakultas Teknk Universitas Medan Area**

YOBEL SAROWA'A HULU

13.811.0047



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2018

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

**PENGARUH ABU AMPAS TEBU SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI SEMEN
PADA PEMBUATAN BATAKO**

Di susun oleh :

YOBEL SAROWA'A HULU


NPM : 13 811 0047

Disetujui oleh :

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2


Ir. H Edy Hermanto, MT



Ir. Nurmaidah, MT

Diketahui Oleh :

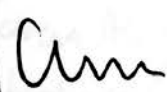
Dekan Fakultas Teknik

Ka. Prodi Teknik Sipil




Prof. Dr. Ir. Armansyah Ginting, MEng




Ir. Kamaluddin Lubis, MT

Diluluskan di

LEMBAR PERNYATAAN

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

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

Medan, 06 Februari 2018



YOBEL SAROWAA HULU

NPM : 13 811 0047

Sdr. Yobel Sarowaa Hulu,
adalah benar mengikuti Ujian Skripsi pada 06 Februari 2018.
Dikarenakan adanya perbaikan, ybs baru dapat menyelesaikan
buku skripsi ini pada 23 Mei 2018. Oleh karena itu, buku
skripsi ini ditandatangani oleh Dekan yang bertugas / menjabat
di FT UMA pada saat buku skripsi ini diselesaikan dan
diberahkan oleh ybs untuk ditandatangani.

Medan, 23 Mei 2018

ABSTRAK

Di era moderen ini banyak alternatif bahan konstruksi yang dimanfaatkan dari limbah industri yang belum dimanfaatkan, sebagai contoh adalah limbah abu ampas tebu pada pabrik gula tebu, limbah abu ampas tebu dapat dimanfaatkan sebagai substitusi semen dalam penelitian ini dipergunakan pada bahan konstruksi yaitu batako, maka pemanfaatan abu ampas tebu sebagai substitusi semen dalam pembuatan batako dapat dipakai bahkan mendapat massa yang lebih ringan dari batako tanpa penambahan abu ampas tebu. Penelitian ini dilakukan dengan perbandingan bahan campuran batako, yaitu pasir : semen : air adalah 3,75 : 1 : 0,25. Abu ampas tebu dicampur dengan variasi : 20%, 40%, menggantikan sebagian fungsi semen (pengikat) dengan mengurangi massa semen sebesar massa abu ampas tebu tersebut dan sebagai pembanding dibuat campuran dengan kadar abu ampas tebu 0%. Hasil penelitian menunjukkan batako tanpa penggunaan abu ampas tebu memiliki densitas 1,7gr/cm³, penyerapan air 6,7%, kuat tekan 9,73Mpa, hasil pengujian pada batako 20% abu ampas tebu menghasilkan densitas 1,45gr/cm³, penyerapan air 12,17%, kuat tekan 8,81Mpa dan hasil pengujian pada batako 40% abu ampas tebu menghasilkan densitas 1,14gr/cm³, penyerapan air 16,69%, kuat tekan 7,03MPa. Dapat disimpulkan bahwa semakin banyak penggunaan abu ampas tebu semakin ringan berat jenis batako dan penyerapan air semakin tinggi tetapi masih memenuhi syarat SNI-03-0349-1989 yaitu penyerapan air lebih kecil dari 25%. Dapat dilihat bahwa penggunaan variasi campuran yang paling baik adalah 20% abu ampas tebu dalam pembuatan batako memiliki karakteristik yang sama baik dengan karakteristik batako 0% abu ampas tebu dan mempunyai massa yang lebih ringan juga dapat menghemat biaya pemakaian semen sebesar 20,07%.

Kata Kunci : Pembuatan Batako Dengan Abu Ampas Tebu.

ABSTRACT

In this modern era of many alternative construction materials utilized industrial waste of untapped, as example is waste bagasse ash of sugar factory, waste bagasse ash can be used as a substitution of cement in This research used on these construction mterials namely concrete block, then the Utilization bagasse ash as substitution of cement in the manufacture of concrete block can be used for authorized even got a lighter mass of concrete block without the addition of bagasse ash. This research was conducted with a mix of concrete block materials compariso which is done by comparison of mixed concrete block, namely sand : cement : water is 3.75 : 1 : 0.25. Bagasse ash mixed with variations: 20%, 40%, replace some functions of cement (binder) by reducing the mass of the cement of mass bagasse ash and as a comparison is made with a blend of sugar cane husks ash levels of 0%. The results showed that the bracket without the use of bagasse ash has density 1,7gr/cm³, water absorption 6,7%, compressive strength 9,73Mpa, test result on 20% ashes bagasse density 1,45gr/cm³, water absorption 12,17%, compressive strength 8.81Mpa and test results on 40% bagasse ash has density 1.14gr / cm³, water absorption 16.69%, compressive strength 7.03MPa. It can be concluded that more and more usage of bagasse ash more weight of concrete block and water absorption is higher but still fulfill SNI-03-0349-1989 requirement that water absorption is less than 25%. It can be seen that the use of good mixed variation is 20% bagasse in concrete block has the same characteristic both with 0% bagasse ash and has a lighter mass which can also save the cost of cement consumption by 20.07%.

Key Word : Manufacture of Concrete Block With Bagasse Ash

KATA PENGANTAR

Pujisyukur kehadirat Tuhan yang maha Esa yang telah melimpahkan berkat dan hikmat kebijaksanaan Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dan menyusun skripsi ini hingga selesai.

Tugas akhir memang sangat penting dan merupakan kewajiban setiap mahasiswa untuk mendapat gelar sarjana. Banyak sekali masalah-masalah yang timbul selama penelitian tugas akhir ini, akan tetapi justru karena itu yang membuat saya menjadi lebih mengerti dari apa yang tidak dimengerti sebelumnya.

Saya sebagai penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi atau tugas akhir ini dapat terselesaikan karena bantuan banyak pihak, oleh karena itu saya menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, MEng. MSc, selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Armansyah Ginting, MEng, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Bapak Ir. Kamaluddin Lubis, MT, selaku Kepala Program Studi Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area.
4. Bapak H Ir. Edy Hermanto, MT selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area.
5. Ibu Ir. Nurmaidah, MT selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area.
6. Ucapan terima kasih saya yang sebesar-besarnya kepada orang tua; Asnidar Gea yang telah banyak memberikan kasih sayang dan dukungan moril maupun materi serta Do'a yang tiada henti untuk penulis, juga ucapan terimakasih kepada saudara dan saudari kandung saya yaitu abangda Yosua N Hulu, dan adik-adik yaitu Gideon N Hulu, Andronikus A Hulu, Putri J C Hulu, juga kepada kekasih saya yang selalu menyemangati saya yaitu nona Uci R.

7. Teman-teman seperjuangan stambuk TA 2013 Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Medan Area, serta semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyelesaian Skripsi.

Dalam penyusunan Skripsi ini penulis menyadari bahwa isi maupun hasil penelitian masih jauh dari kesempurnaan, maka untuk itu penulis mengharapkan kritik maupun saran dari para pembaca yang bersifat positif dan membangun demi menyempurnakan dari penelitian skripsi ini. Akhir kata semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat khususnya bagi penulis juga kepada para peneliti yang akan melakukan penelitian lebih lanjut dan umumnya para pembaca sekalian.



Hormat saya

Medan, Februari 2018

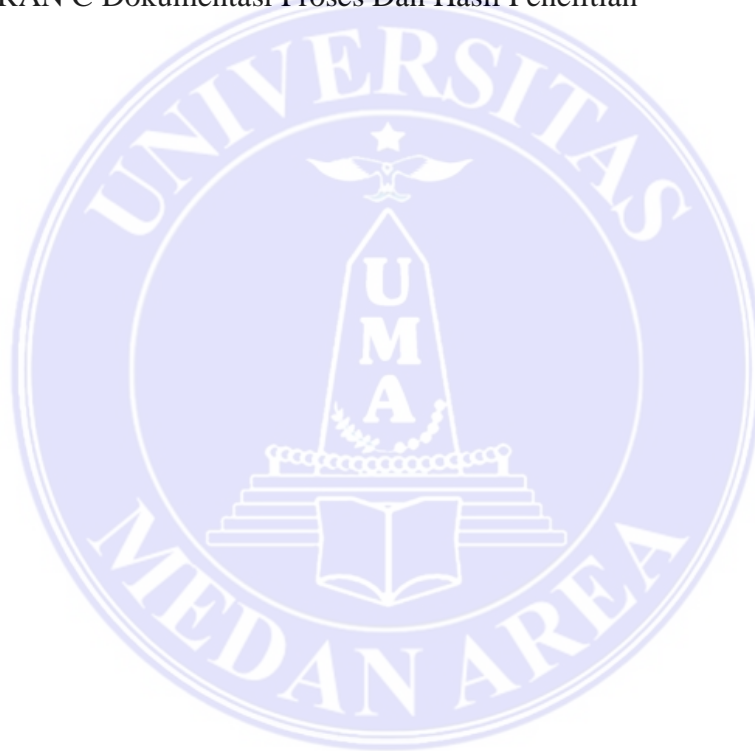
Yobel Sarowa'a Hulu

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR NOTASI	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud Penelitian	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Tempat Penelitian.....	4
1.6 Tempat Pengambilan Sempel Ampas Tebu	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Batako	5
2.2 Jenis – Jenis Batako	7
2.2.1 Batako Tras / Putih.....	8
2.2.2 Batako Semen.....	9
2.3 Semen.....	10
2.3.1 Jenis – Jenis Semen.....	11
2.3.2 Sifat Fisis Semen.....	14
2.4 Agregat.....	15
2.4.1 Jenis – Jenis Agregat.....	16
2.5 Air	17
2.6 Bahan Tambah (Admixture)	18
2.6.1 Jenis Bahan Tambah	19
2.6.2 Bahan Tambah Kimia	19
2.6.3 Bahan Tambah Mineral.....	20
2.7 Karakteristik Bahan.....	21
2.8 Tebu.....	23
2.9 Ampas Tebu	25

2.9.1 Karakteristik Ampas Tebu	25
2.10 Abu Pembakaran Ampas Tebu.....	27
2.10.1 Abu Ampas Tebu Sebagai <i>Fly Ash</i>	28
2.10.2 Abu Ampas Tebu Sebagai <i>Bottom Ash</i>	28
2.10.3 Abu Ampas Tebu Sebagai Limbah	29
2.11 Analisa Campuran.....	30
2.11.1 Beton Ringan.....	31
2.11.2 Klasifikasi Batako	31
2.11.3 Karakteristik Batako Sesuai PUBI.....	32
2.11.4 Standard Benda Uji	32
BAB III METODELOGI PENELITIAN.....	33
3.1 Diagram Alir Penelitian	33
3.2 Pengambilan Sempel Abu Ampas Tebu	34
3.3 Peralatan Dan Bahan	34
3.3.1 Peralatan.....	34
3.3.2 Bahan.....	34
3.4 Proses Pekerjaan Persiapan Bahan.....	34
3.4.1 Pengayakan Abu Ampas Tebu	34
3.4.2 Pengayakan Agregat.....	35
3.4.3 Bahan Pengikat Dan Air.....	35
3.4.4 Penimbangan	35
3.4.5 Pencampuran	36
3.5 Pembentukan Sempel.....	36
3.5.1 Sempel Benda Uji	36
3.5.2 Sempel Batako	36
3.6 Pengeringan Benda Uji	36
3.7 Prosedur Pengujian Sempel Benda Uji	37
3.7.1 Pengukuran Densitas.....	37
3.7.2 Pengukuran Penyerapan Air.....	37
3.7.3 Pengukuran Kuat Tekan.....	38
3.8 Kebutuhan Bahan Campuran	39
3.8.1 Perhitungan Kebutuhan Bahan Benda Uji	39
3.8.2 Perhitungan Kebutuhan Bahan Batako	43
BAB IV HASIL PENELITIAN	46
4.1 Hasil Penelitian	46
4.1.1 Pengukuran Densitas.....	47
4.1.2 Pengukuran Penyerapan Air	49
4.1.3 Pengukuran Kuat Tekan.....	51
4.2 Analisa Data Hasil Penelitian.....	54
4.3 Analisa Biaya Pemakaian Semen Pada Batako.....	56

BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	58
5.1	Kesimpulan	58
5.5	Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA		61
LAMPIRAN.....		63
LAMPIRAN A Tempat Pengambilan Abu Ampas Tebu		
LAMPIRAN B Peralatan Dan Bahan		
LAMPIRAN C Dokumentasi Proses Dan Hasil Penelitian		



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel 2.1 Persyaratan Kuat Tekan Minimum Batako Pejal.....	7
Tabel 2.2 Klasifikasi Semen Portland Utama	11
Tabel 2.3 Komposisi Kimia Abu Ampas Tebu.....	28
Tabel 3.1 Kebutuhan Bahan Benda Uji.....	42
Tabel 3.2 Kebutuhan Bahan Batako.....	45
Tabel 4.1 Data Hasil Pengukuran Densitas.....	46
Tabel 4.2 Data Hasil Pengukuran Penyerapan Air.....	49
Tabel 4.3 Data Hasil Pengukuran Kuat Tekan.....	51
Tabel 4.4 Perbandingan Kuat Tekan SNI-03-0349-1989 Dengan Hasil Penelitian.....	55
Tabel 4.5 Biaya Pemakaian Semen Per1 Buah Batako.....	57



DAFTAR NOTASI

SNI	Standard Nasional Indonesia
PUBI	Peraturan Umum Bahan Bangunan Indonesia
Adhesif	Gaya tarik menarik antar molekul yang berbeda jenisnya
Kohesif	Gaya tarik menarik antar molekul yang sama jenisnya.
ASTM	<i>American Society of Testing and Materials</i>
ACI	<i>American Concrete Insitute</i>
P3GI	Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia
FAS	Faktor Air Semen
SKBI	Surat Keterangan Beton Indonesia
C	Celcius ,ukuran suhu yang dipakai
ρ	Densitas ,simbol berat jenis
m	massa / berat sebuah benda
mb	massa basah
mk	maasa kering
v	volume
Mpa	Mega pascal ,satuan kuat tekan
Fc'	Kuat tekan beton
3Be	Senyawa Kapur menyerap nira dari serat ampas tebu
CSA	<i>Canadian Standard Asociation</i>
<i>Fly ash</i>	Abu terbang sisa pembakaran batu bara
UTM	<i>Universal Testing Mechine</i> , mesin uji kuat tekan betom
PDAM	Perusahaan Daerah Air Minum

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 (a) Batako Padat (b) Batako berlubang	7
Gambar 2.2 Batako Trass (putih)	8
Gambar 2.3 Batako Semen.....	9
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	33
Gambar 4.1 Grafik Densitas Rata - Rata.....	49
Gambar 4.2 Grafik Penyerapan Air Rata - Rata	51
Gambar 4.3 Grafik Kuat Tekan Rata - Rata.....	54



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Adapun salah satu permasalahan utama dalam menyediakan rumah di Indonesia adalah tingginya biaya konstruksi bangunan dan lahan. Selama ini berbagai penelitian sudah dilakukan tetapi masih belum ditemukan alternatif teknik konstruksi yang efisien serta penyediaan bahan bangunan dalam jumlah besar dan ekonomis. Hal tersebut dapat memberikan suatu alternatif untuk memanfaatkan limbah-limbah industri yang dibiarkan begitu saja. Limbah industri untuk bahan campuran seperti beton, batu bata, batako, dll ternyata mampu meningkatkan daya kuat tekan. Bahan tambah tersebut dapat berupa abu terbang (*fly ash*), pozolan, abu sekam padi (*rice husk ash*), abu ampas tebu (*bagasse ash of sugar cane*), dan jerami padi.

Pemanfaatan limbah industri untuk pembuatan bahan campuran khususnya Batako yang difokuskan dalam bangunan non struktural perlu adanya peningkatan produk yang dihasilkan, baik dengan cara meningkatkan kualitas bahan material batako sendiri maupun penambahan dengan bahan lain. Salah satu cara yang dilakukan adalah dengan mencampur material dasar batako dengan abu ampas tebu yang merupakan limbah industri dari sisa pengolahan tebu. Hasil jurnal – jurnal penelitian yang sudah pernah dilakukan mendapatkan kesimpulan bahwa mengenai pemakaian abu ampas tebu sebagai bahan pengurang semen pada jurnal pengaruh pemanfaatan abu ampas tebu sebagai substitusi parsial semen dalam campuran beton ditinjau terhadap kuat tarik lentur dan modulus elastisitas seperti

pada jurnal yang ditulis Riski Angelina Naibaho dengan judul penelitian Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Untuk Mengurangi Pemakaian Semen Pada Pembuatan Batako tahun 2015 Fakultas Pertanian Universitas Sumatra Utara, dari hasil penelitian tersebut diperoleh kesimpulan bahwa Penambahan abu ampas tebu sebagai pengganti semen berpengaruh nyata terhadap kuat tekan, dan berpengaruh tidak nyata terhadap ukuran dan absorpsi batako, Abu ampas tebu dapat mengurangi pemakaian semen hingga 25% pada pembuatan batako, Kuat tekan tertinggi yaitu pada pemberian kadar abu 25% sebesar 5,167 MPa dan kuat tekan terendah yaitu pada pemberian kadar abu 5% sebesar 2,146 MPa.

Berdasarkan data dari Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI) ampas tebu yang dihasilkan sebanyak 32% dari berat tebu giling. Pada musim giling 2006 lalu, data yang diperoleh dari Ikatan Ahli Gula Indonesia (IKAGI) menunjukkan bahwa jumlah tebu yang digiling oleh 57 pabrik gula di Indonesia mencapai sekitar 30 juta ton, sehingga ampas tebu yang dihasilkan diperkirakan mencapai 9.640.000 ton. Namun, sebanyak 60% dari ampas tebu tersebut dimanfaatkan oleh pabrik gula sebagai bahan bakar, bahan baku untuk kertas, bahan baku industri kanvas rem, industri jamur dan lain-lain. Oleh karena itu diperkirakan sebanyak 45 % dari ampas tebu tersebut belum dimanfaatkan.

Latar belakang lain yang menunjang saya untuk melakukan penelitian penambahan abu ampas tebu untuk mengurangi pemakaian semen pada batako adalah karena adanya penelitian yang sudah pernah dilakukan oleh Nurwahyu Hidayati dengan judul skripsi “Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis Batako” menyimpulkan bahwa penambahan abu ampas tebu sebagai bahan tambah pada agregat kurang maksimal, dan harus melakukan

penelitian selanjutnya dengan abu ampas tebu sebagai bahan substitusi semen untuk pembuatan batako, inilah yang mendorong saya untuk melakukan penelitian lebih lanjut dan juga terdapat beberapa jurnal yang mengatakan bahwa pemanfaatan abu ampas tebu untuk mengurangi pemakaian semen pada pembuatan batako dapat bermanfaat untuk kuat tekan batako serta dapat menghemat biaya pemakaian semen dalam pembuatan batako.

1.2 Maksud Penelitian

Maksud utama dalam penelitian ini adalah untuk memanfaatkan limbah ampas tebu yang telah menjadi abu ampas tebu sebagai bahan substitusi semen dalam pembuatan beton yaitu pada batako, ada pula maksud khusus yang membantu dalam penelitian yang memanfaatkan limbah abu ampas tebu ialah penghematan pemakaian semen dalam pembuatan batako sehingga biaya produksi dapat berkurang dan dapat membantu masyarakat untuk memproduksi batako dengan biaya yang lebih murah.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah :

Untuk mendapatkan batako yang menggunakan abu ampas tebu sebagai bahan substitusi semen yang memiliki sesuai SNI (Standard Nasional Indonesia) dan juga bertujuan untuk mengetahui pengaruh terhadap sifat fisik dan mekanik masing-masing sampel batako dengan penambahan abu ampas tebu yang divariasikan persentase komposisinya.

1. Mengetahui sifat fisik dan mekanik dari variasi presentasi pemakaian abu ampas tebu yaitu yang tetapkan yaitu 20% dan 40% abu ampas tebu sebagai substitusi penggunaan semen pada pembuatan batako.
2. Melakukan pengujian dilaboratorium dari sempel – sempel batako yang telah ditambahkan abu ampas tebu.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai alternatif lain dalam konstruksi bangunan untuk memanfaatkan limbah industri pengolahan tebu yang dibiarkan begitu saja, baik limbah ampas tebu yang berasal dari industri rumah tangga maupun limbah ampas tebu yang berasal dari pabrik gula tebu, sehingga biaya konstruksi bangunan dapat menjadi lebih ekonomis. Sumber informasi bahwa limbah ampas tebu yang kemudian dibakar menjadi abu dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambahan dalam pembuatan batako, sehingga dapat mengurangi limbah industri dari sisa pengolahan tebu dan memberikan pengetahuan kepada masyarakat mengenai pengembangan dan pemanfaatan limbah industri tersebut.

1.5 Tempat Penelitian

CV.Subur Traso Jl.Jamin Ginting No.96 dan Pengujian dilakuan di Balai Dinas Bina Marga Provinsi Sumatera Utara, Bertempat Pada Jl.Sakti Lubis, Medan.

1.6 Tempat Pengambilan Sempel Abu Ampas Tebu

PT. Perkebunan Nusantara II Pabrik Gula Kwala Madu Jl.Kwalamadu Kab.Langkat Sumatra Utara.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Batako merupakan salah satu bahan bangunan penyusun untuk dinding pada bangunan/gedung. Seperti paving block, batako berasal dari kata bata concrete atau bata beton dalam bahasa teknik sering disebut bataton. Bata ini tidak dibuat dari tanah liat seperti umumnya bata merah, tetapi campuran bahan pembuatan batako atau bataton ini layaknya beton, yaitu pasir, semen, kericak dan air. Beberapa produsen batako ada juga yang memproduksi tanpa menggunakan kericak, adapun batako yang menggunakan kricak yaitu batu kricak yang ukurannya masih dalam kadar agregat halus. Definisi Batako Berdasarkan PUBLI 1982 Bata yang dibuat dengan mencetak dan memelihara dalam suasana lembab, campuran tras, kapur dan air dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya. Batako berlubang adalah batako yang mempunyai luas penampang lubang dan isi lubang, masing- masing tidak melebihi 25% dari seluruh luas penampang dan seluruh isi batanya.

2.1 Batako

Batu batuan atau batu cetak yang tidak dibakar (batako) dari tras dan kapur, kadang-kadang juga dengan sedikit semen portland, sudah mulai dikenal oleh masyarakat sebagai bahan bangunan dan sudah pula dipakai untuk pembuatan rumah dan gedung (Frick,Heinz.1996). Batako merupakan bahan bangunan yang berupa bata cetak alternatif pengganti batu bata. Batako difokuskan sebagai konstruksi-konstruksi dinding bangunan non struktural. Bentuk dari batako/batu cetak itu sendiri terdiri dari dua jenis, yaitu batu cetak

yang berlubang (*hollow block*) dan batu cetak yang tidak berlubang (*solid block*) serta mempunyai ukuran yang bervariasi. Supribadi menyatakan bahwa batako adalah “Semacam batu cetak yang terbuat dari campuran tras, kapur, dan air atau dapat dibuat dengan campuran semen, kapur, pasir dan ditambah air yang dalam keadaan pollen (lekat) dicetak menjadi balok-balok dengan ukuran tertentu”. Menurut Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI 1982) pasal 6, “Batako adalah bata yang dibuat dengan mencetak dan memelihara dalam kondisi lembab”. Menurut SNI 03-03491989, “Conblock (*concrete block*) atau batu cetak beton adalah komponen bangunan yang dibuat dari campuran semen Portland atau pozolan, pasir, air dan atau tanpa bahan tambahan lainnya (*additive*), dicetak sedemikian rupa hingga memenuhi syarat dan dapat digunakan sebagai bahan untuk pasangan dinding”. Sedangkan Frick Heinz dan Koesmartadi berpendapat bahwa: ” Batu-batuan yang tidak dibakar, dikenal dengan nama batako (bata yang dibuat secara pemadatan dari trass,kapur,air)”.

Dari beberapa pengertian diatas dapat ditarik kesimpulan tentang pengertian batako adalah salah satu bahan bangunan yang berupa batu-batuan yang pengerasannya tidak dibakar dengan bahan pembentuk yang berupa campuran pasir, semen, air dan dalam pembuatannya dapat ditambahkan dengan abu ampas tebu sebagai bahan pengisi antara campuran tersebut atau bahan tambah lainnya (*additive*). Kemudian dicetak melalui proses pemadatan sehingga menjadi bentuk balok-balok dengan ukuran tertentu dan dimana proses pengerasannya tanpa melalui pembakaran serta dalam pemeliharaannya ditempatkan pada tempat yang lembab atau tidak terkena sinar matahari langsung

atau hujan, tetapi dalam pembuatannya dicetak sedemikian rupa hingga memenuhi syarat dan dapat digunakan sebagai bahan untuk pasangan dinding .

Persyaratan kuat tekan minimum batako pejal sebagai bahan bangunan dinding dapat dilihat pada tabel berikut,

Tabel 2.1 Persyaratan kuat tekan minimum batako Pejal.

Mutu	Kuat Tekan Minimum (Mpa)
I	9,7
II	6,7
III	3,7
IV	2

Sumber : SNI-3-0349-1989

Berdasarkan SNI 03-0349-1989 tentang bata cetak beton (batako), persyaratan nilai penyerapan air maksimum adalah 25% (Sumaryanto, dkk. 2009).

2.2 Jenis-Jenis Batako

Berdasarkan bentuknya, batako digolongkan ke dalam dua kelompok utama:



(a)



(b)

Gambar 2.1 : (a)Batako Padat, (b)Batako Berlubang

Batako berlubang memiliki sifat penghantar panas yang lebih baik dari batako padat dengan menggunakan bahan dan ketebalan yang sama. Batako berlubang memiliki beberapa keunggulan dari batu bata, beratnya hanya 1/3 dari batu bata dengan jumlah yang sama dan dapat disusun empat kali lebih cepat dan lebih kuat untuk semua penggunaan yang biasanya menggunakan batu bata. Di samping itu keunggulan lain batako berlubang adalah kedap panas dan suara. Batako merupakan batu cetak yang tidak dibakar, berdasarkan bahan bakunya batako dibedakan menjadi 2, yaitu: batako tras/putih dan batako semen.

2.2.1 Batako tras/putih

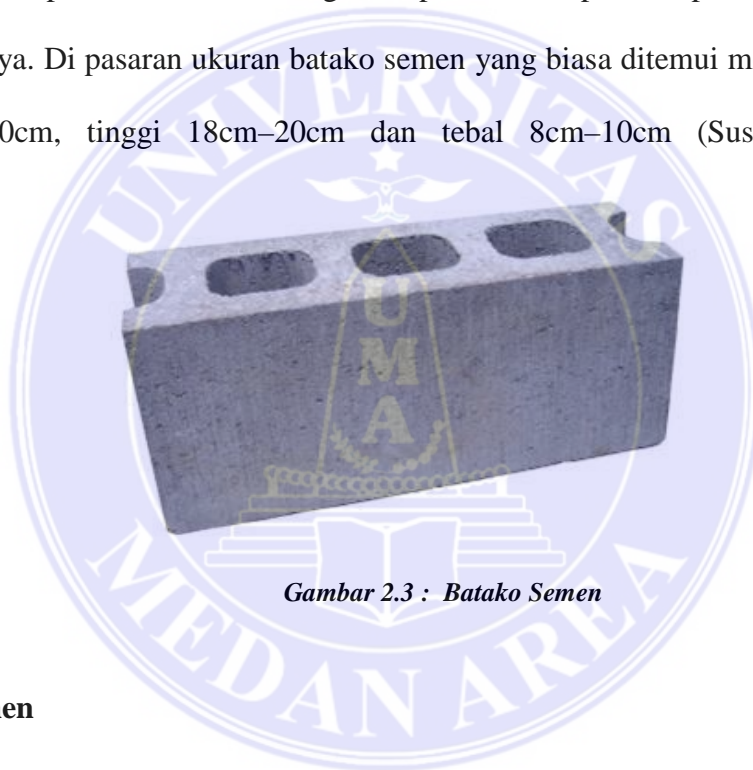
Batako putih terbuat dari campuran trass, batu kapur, dan air, sehingga sering juga disebut batu cetak kapur trass. Trass merupakan jenis tanah yang berasal dari lapukan batu-batu yang berasal dari gunung berapi, warnanya ada yang putih dan ada juga yang putih kecokelatan. Ukuran batako trass yang biasa beredar di pasaran memiliki panjang 20cm–30cm, tebal 8cm–10cm, dan tinggi 14cm–18cm.



Gambar 2.2 : Batako Trass (putih)

2.2.2 Batako semen

Batako semen dibuat dari campuran semen dan pasir. Ukuran dan model lebih beragam dibandingkan dengan batako putih. Batako ini biasanya menggunakan dua lubang atau tiga lubang disisinya untuk diisi oleh adukan pengikat. Nama lain dari batako semen adalah batako pres, yang dibedakan menjadi dua bagian, yaitu pres mesin dan pres tangan. Secara kasat mata, perbedaan pres mesin dan tangan dapat dilihat pada kepadatan permukaan batakonya. Di pasaran ukuran batako semen yang biasa ditemui memiliki panjang 36cm–40cm, tinggi 18cm–20cm dan tebal 8cm–10cm (Susanta,G. 2007).



Gambar 2.3 : Batako Semen

2.3 Semen

Semen adalah suatu jenis bahan yang memiliki sifat adhesif dan kohesif yang memungkinkan melekatnya fragmen-fragmen mineral menjadi suatu massa yang padat (Wang, C. K. & Salmon, C. G. 1993). Semen juga merupakan bahan anorganik yang mengeras pada pencampuran dengan air atau larutan garam (Surdia, T. & Saito, S. 1999).

2.3.1 Jenis-Jenis Semen

Semen merupakan hasil industri yang sangat kompleks, dengan campuran serta susunan yang berbeda-beda. Semen dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu:

a. Semen Hidrolik

Semen hidrolik mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras di dalam air. Contoh semen hidrolik antara lain kapur hidrolik, semen pozollan, semen terak, semen alam, semen portland, semen portland-pozollan, semen portland terak tanur tinggi, semen alumina dan semen expansif. Contoh lainnya adalah semen portland putih, semen warna dan semen-semen untuk keperluan khusus (Tri,Mulyono.2004).

Semen yang umum dipergunakan untuk pembuatan batako adalah semen portland dan semen portland pozollan yang merupakan jenis semen hidrolik yang berfungsi untuk mengikat dan menyatukan agregat menjadi padat. Semen portland ini 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 untuk 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 dihasilkan sejenis semen yang amat mirip dan cocok dengan sifat kimia pokok dari portland semen modern (Murdock, L. J. & Brook, K. M.1991). Semen portland dibuat dari semen hidrolis yang dihasilkan secara menghaluskan klinker yang terutama terdiri

dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis ditambah dengan bahan yang mengatur waktu-ikat (umumnya gips). Klinker semen portland dibuat dari batu kapur (CaCO_3), tanah liat dan bahan dasar berkadar besi (Sagel, R. & H. Kesuma, Gideon. 1997).

Tabel 2.2 Klasifikasi Semen Portland utama

Tipe semen	Sifat-sifat	Penggunaan utama
Semen penggunaan umum (Tipe I)	MgO, SO ₃ , hilang pada pembakaran. Kehalusan, pengesetan dan kekuatan secara berturut-turut juga ditentukan. Secara umum mempunyai sifat umum dari semen.	Digunakan secara luas sebagai semen umum untuk teknik sipil dan konstruksi arsitektur.
Semen pengeras pada panas sedang (Tipe II)	Ditentukan untuk mempunyai Ca ₃ SiO ₅ kurang dari 50% dan Ca ₃ Al ₂ O ₆ kurang dari 8%. Kalor hidrasi 70 kal/g atau kurang (7 hari) dan 80 kal/g atau kurang (28 hari) pada kondisi sedang. Peningkatan dari kekuatan jangka panjang diinginkan.	Secara umum dipakai untuk beton masif yang besar. Pekerjaan dasar untuk bendungan, jembatan besar dan bangunan-bangunan besar.
Semen berkekuatan tinggi awal (Tipe III)	Mengandung Ca ₃ SiO ₅ maksimum dan gipsum secukupnya untuk pengendalian pensetan. Kekuatan awal (1 hari, 3 hari) diintensifkan /ditentukan untuk mempunyai	penggunaan umum untuk pekerjaan yang mendesak. Cocok untuk pekerjaan di musim dingin, konstruksi

	kekuatan di atas 40 kg/cm ² selama penekanan 3 hari.	bangunan, pekerjaan pembuatan jalan dan produk semen.
Semen panas rendah (Tipe IV)	Kalor hidrasi lebih rendah 10 kal/g dari pada semen pengeras pada panas sedang, ditentukan di bawah 60 kal/g (7 hari) dan di bawah 70 kal/g (28 hari). Memberikan kalor hidrasi minimum seperti semen untuk pekerjaan bendungan.	Secara umum dipakai untuk beton masif yang besar. Pekerjaan dasar untuk bendungan, jembatan besar dan bangunan-bangunan besar.
Semen tahan sulfat (Tipe V)	Ditentukan untuk mempunyai Ca ₃ SiO ₅ di bawah 50% dan Ca ₃ Al ₂ O ₆ di bawah 5%. Diusahakan agar kadar Ca ₃ Al ₂ O ₆ minimum untuk memperbesar ketahanan terhadap sulfat.	Dipakai untuk pekerjaan beton dalam tanah yang mengandung banyak sulfat dan yang berhubungan dengan air tanah dan pelapisan dari saluran air dalam terowongan.

Sumber : Teknologi Beton Tri Mulyono 2004

Semen portland pozollan adalah campuran semen portland dan bahan-bahan yang bersifat pozollan seperti terak tanur tinggi dan hasil residu PLTU, dimana pozollan adalah sejenis bahan yang mengandung silisium atau aluminium, yang tidak memiliki sifat penyemenan, butirannya halus dan dapat bereaksi dengan kalsium hidroksida pada suhu ruang serta membentuk senyawa-senyawa

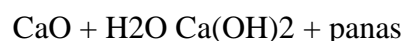
yang mempunyai sifat-sifat semen. Bahan yang mengandung pozollan adalah tras, semen merah, abu terbang, dan bubukan terak tanur tinggi. Menurut (SK.SNI T-15-1990-03:2), semen portland pozollan dihasilkan dengan mencampurkan bahan semen portland dan pozollan (15-40% dari berat total campuran), dengan kandungan $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ dalam pozollan minimum 70% (Tri,Mulyono.2004),

b. Semen Non-Hidrolik

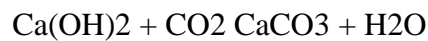
Semen non-hidrolik tidak dapat mengikat dan mengeras di dalam air, akan tetapi dapat mengeras di udara. Contoh utama dari semen non-hidrolik adalah kapur. Kapur dihasilkan oleh proses kimia dan mekanis di alam. Kapur telah digunakan selama berabad-abad lamanya sebagai bahan adukan dan plesteran untuk bangunan. Jenis kapur yang baik adalah kapur putih, yaitu yang mengandung kalsium oksida yang tinggi ketika masih berbentuk kapur tohor (belum berhubungan dengan air) dan akan mengandung banyak kalsium hidroksida ketika telah berhubungan dengan air. Kapur tersebut dihasilkan dengan membakar batu kapur atau kalsium karbonat bersama beserta bahan-bahan pengotornya, yaitu magnesium, silikat, besi, alkali, alumina dan belerang, sehingga kalsium karbonat terurai menjadi kalsium oksida dan karbondioksida dengan reaksi kimia sebagai berikut:



Kalsium oksida yang terbentuk disebut kapur tohor, dan jika berhubungan dengan air akan menjadi kalsium hidroksida serta panas. Reaksi kimianya adalah:



Proses ini dinamakan proses mematkan kapur (slaking) dan hasilnya yaitu kalsium hidroksida, sering disebut sebagai kapur mati. Selanjutnya proses pengerasan berlangsung akibat reaksi karbondioksida dari udara dengan kapur mati. Reaksinya adalah sebagai berikut:



Dari reaksi kimia di atas terlihat bahwa akan terbentuk kembali kristal-kristal kalsium karbonat, sering disebut sebagai kapur putih. Kapur putih ini cocok untuk menjernihkan plesteran langit-langit, untuk mengapur kamar-kamar yang tidak penting dan garasi, atau untuk membasmi kutu-kutu dalam kandang. Kapur putih merupakan komponen utama dari bata yang terbuat dari pasir dan kapur. Kekuatan kapur sebagai bahan pengikat hanya dapat mencapai sepertiga kekuatan semen portland (Tri,Mulyono.2004).

2.3.2 Sifat Fisis Semen

Sifat-sifat fisis semen adalah :

1. Kehalusan butir

Kehalusan butir semen mempengaruhi proses hidrasi. Kehalusan butir semen yang tinggi dapat mengurangi naiknya air ke permukaan, tetapi menambah kecenderungan beton untuk menyusut lebih banyak dan mempermudah terjadinya retak susut. Untuk mengukur kehalusan butir semen digunakan “*Turbiditer*” dari Wagner atau “*Air Permeability*” dari Blaine (Tri,Mulyono.2004).

2. Waktu pengikatan

Waktu pengikatan adalah waktu yang dibutuhkan semen untuk mencapai keadaan kaku tahap pertama dan cukup kuat untuk menerima tekanan. Adapun yang mempengaruhi waktu pengikatan adalah :

- a. Kehalusan semen,
- b. Faktor air-semen
- c. Temperatur.

Faktor air semen (F.A.S) adalah perbandingan antara berat air dan berat semen:

$$F.A.S = \frac{\text{Berat Air Semen}}{\text{Berat Semen}}$$

Sumber : Teknologi Beton, Tri Mulyono. 2004

2.4 Agregat

Agregat merupakan komponen beton ataupun batako yang paling berperan dalam menentukan besarnya. Agregat pada beton ataupun batako biasanya terdapat sekitar 60% sampai 80% volume agregat. Agregat ini harus bergradasi sedemikian rupa sehingga seluruh massa beton ataupun massa batako dapat berfungsi sebagai benda yang utuh, homogen dan rapat, dimana agregat yang berukuran kecil berfungsi sebagai pengisi celah yang ada di antara agregat yang berukuran besar. Karena agregat merupakan bahan yang terbanyak di dalam pembuatan beton ataupun batako, maka semakin banyak persen agregat dalam campuran akan semakin murah harga beton ataupun batako. Agregat yang baik seharusnya mempunyai sifat, seperti: keras dan kuat, bersih, tahan lama, massa jenis tinggi, butir bulat dan distribusi ukuran butir yang cocok.

2.4.1 Jenis-jenis agregat

Agregat dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu agregat kasar dan agregat halus.

A. Agregat Kasar

Agregat disebut agregat kasar apabila ukurannya sudah melebihi $\frac{1}{4}$ in.(6 mm). Sifat agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton keras dan daya tahannya terhadap disintegrasi beton, cuaca dan efek-efek perusak lainnya. Agregat kasar mineral ini harus bersih dari bahan-bahan organik dan harus mempunyai ikatan yang baik dengan gel semen. Jenis agregat agregat kasar yang umum adalah :

1. Batu pecah alami. Bahan ini diperoleh dari cadas atau batu pecah alami yang digali. Batu ini dapat berasal dari gunung berapi, jenis sedimen, atau jenis metamorf. Meskipun dapat menghasilkan kekuatan yang tinggi terhadap beton, batu pecah kurang memberikan kemudahan pengerjaan dan pengecoran dibandingkan dengan jenis agregat kasar lainnya.
2. Kerikil alami. Kerikil diperoleh dari proses alami, yaitu dari pengikisan tepi maupun dasar sungai oleh air sungai yang mengalir. Kerikil memberikan kekuatan yang lebih rendah daripada batu pecah, tetapi memberikan kemudahan pengerjaan yang lebih tinggi.

B. Agregat Halus

Agregat yang digunakan dalam pembuatan batako adalah agregat halus yang berupa pasir. Agregat halus yang baik harus bebas dari bahan organik, lempung atau bahan-bahan lain yang dapat merusak campuran beton ataupun

batako. Pasir merupakan bahan pengisi yang digunakan dengan semen untuk membuat adukan. Selain itu juga pasir berpengaruh terhadap sifat tahan susut, keretakan dan kekerasan pada batako atau produk bahan bangunan campuran semen lainnya. Adapun komposisi senyawa kimia yang terkandung dalam pasir adalah: 90,30% SiO₂, 0,58% Fe₂O₃, 2,03% Al₂O₃, 4,47% K₂O, 0,73% CaO, 0,27% TiO₂ dan 0,02% MgO (Sulistiyono. E. 2005).

Variasi ukuran dalam suatu campuran harus mempunyai gradasi yang baik, yang sesuai dengan standard analisis saringan dari ASTM (*American Society of Testing and Materials*), dimana agregat halus adalah batuan yang lebih kecil dari 4,80 mm (4,75 mm). Pasir yang digunakan dalam campuran beton ataupun batako jika dilihat dari sumbernya dapat berasal dari sungai ataupun dari galian tambang (*quarry*). Umumnya pasir yang digali dari dasar sungai cocok digunakan untuk pembuatan batako. Pasir ini terbentuk ketika batu-batu dibawa arus sungai dari sumber air ke muara sungai. Menurut Persyaratan Bangunan Indonesia, agregat halus sebagai campuran untuk pembuatan beton bertulang harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

1. Pasir harus terdiri dari butir-butir kasar, tajam dan keras.
2. Pasir harus mempunyai kekerasan yang sama.
3. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5 %, apabila lebih dari 5% maka agregat tersebut harus dicuci dulu sebelum digunakan. Adapun yang dimaksud lumpur adalah bagian butir yang melewati ayakan 0,063 mm.
4. Pasir harus tidak boleh mengandung bahan-bahan organik terlalu banyak.
5. Pasir harus tidak mudah terpengaruh oleh perubahan cuaca.

6. Pasir laut tidak boleh digunakan sebagai agregat untuk beton.

2.5 Air

Air diperlukan pada pembuatan batako untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan batako. Air yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran batako. Air yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula, atau bahan kimia lainnya, bila dipakai dalam campuran batako akan menurunkan kualitas batako, bahkan dapat mengubah sifat-sifat batako yang dihasilkan (Tri,Mulyono.2004). Air yang digunakan untuk campuran batako harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, zat organis atau bahan lainnya yang dapat merusak batako atau tulangan. Sebaiknya dipakai air tawar yang dapat diminum. Air yang digunakan dalam pembuatan beton pra-tekan dan beton yang akan ditanami logam aluminium (termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat) tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan (Tri,Mulyono.2004).

Air yang keruh sebelum digunakan harus diendapkan selama minimal 24 jam atau jika dapat disaring terlebih dahulu. Dalam proses pembuatan beton ataupun batako, air mempunyai fungsi sebagai berikut :

1. Agar terjadi hidrasi, yaitu reaksi kimia antara semen dan air yang menyebabkan campuran air semen menjadi keras setelah lewat beberapa waktu tertentu.
2. Sebagai pelicin campuran kerikil, pasir, dan semen agar memudahkan pekerjaan.

3. Untuk merawat beton ataupun batako selama pengerasan.

2.6 Bahan Tambah (*Admixture*)

Admixture atau bahan tambah didefinisikan dalam Standard Definitions of Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates (ASTM C.125-1995:61) dan dalam *Cement and Concrete Terminology* (ACI SP-19) sebagai material selain air, agregat dan semen hidrolis yang dicampurkan dalam beton, batako atau mortar yang ditambahkan sebelum atau selama pengadukan berlangsung. Bahan tambah digunakan untuk memodifikasi sifat dan karakteristik dari beton misalnya untuk dapat dengan mudah dikerjakan, penghematan atau untuk tujuan lain seperti penghematan energi. Dalam penelitian ini dipergunakan abu ampas tebu sebagai bahan tambah dalam pembuatan batako.

2.6.1 Jenis bahan tambah

Secara umum bahan tambah yang digunakan dalam beton ataupun batako dapat dibedakan menjadi dua yaitu bahan tambah yang bersifat kimiawi (*chemical admixture*) dan bahan tambah yang bersifat mineral (*additive*).

2.6.2 Bahan tambah kimia

Menurut standar ASTM. C.494 (1995: .254) dan Pedoman Beton 1989 SKBI.1.4.53.1989 (Ulasan Pedoman Beton 1989: 29), jenis bahan tambah kimia (*Chemical admixture*) diantaranya yaitu :

1. Water-Reducing Admixtures

Water-Reducing Admixtures adalah bahan tambah yang mengurangi air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi

tertentu. Komposisi dari campuran bahan tambah ini diklasifikasikan secara umum menjadi 5 kelas:

- 1) Asam lignosulfonic dan kandungan garam-garam.
- 2) Modifikasi dan turunan asam lignosulfonic dan kandungan garam-garam.
- 3) Hydroxylated carboxylic acids dan kandungan garamnya.
- 4) Modifikasi hydroxylated carboxylic acids dan kandungan garamnya.
- 5) Material lain seperti:
 - a. Material inorganik seperti seng, garam-garam, barak, fosfat, dan klorida.
 - b. Asam amino dan turunannya.
 - c. Karbohidrat, polisakaridin dan gula asam.
 - d. Campuran polimer, seperti eter, turunan melamic, naptan, silikon, dan hidrokarbon-sulfat.

2. *Accelerating Admixtures*

Accelerating Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mempercepat pengikatan dan pengembangan kekuatan awal beton. Bahan ini digunakan untuk mengurangi lamanya waktu pengeringan (hidrasi) dan mempercepat pencapaian kekuatan pada beton. Bahan tambah ini diantaranya yaitu kalsium klorida, senyawa-senyawa garam seperti klorida, bromida, karbonat, silikat dan terkadang senyawa organik lainnya, seperti tri-etanolamin.

3. *Water Reducing, High Range Admixtures*

Water Reducing, High Range Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih. Jenis bahan tambah ini berupa plasticizer, yang terdiri dari sulfonat melamin formaldehid, sulfonat nafthalin formaldehid dan modifikasi lignosulfonat tanpa kandungan klorida.

4. *Water Reducing, High Range Retarding Admixtures*

Water Reducing, High Range Retarding Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih dan juga untuk menghambat pengikatan beton. Jenis bahan tambah ini berupa gabungan superplasticizer, yang dibuat dari sulfonat organik (Tri, Mulyono.2004).

2.6.3 Bahan Tambah Mineral

Bahan tambah mineral (*Additive*) merupakan bahan tambah yang dimaksudkan untuk memperbaiki kinerja beton ataupun batako. Pada saat ini, bahan tambah mineral ini lebih banyak digunakan untuk memperbaiki kinerja tekan beton ataupun batako, sehingga bahan tambah mineral ini cenderung bersifat penyemenan. Beberapa bahan tambah mineral ini adalah *pozzolan*, *fly ash*, *slag*, dan *silica fume*. Beberapa keuntungan penggunaan bahan tambah mineral ini antara lain:

1. Memperbaiki kemudahan dalam pengerjaan beton.
2. Mengurangi panas hidrasi
3. Mengurangi biaya pekerjaan beton

4. Mempertinggi daya tahan terhadap serangan sulfat
5. Mempertinggi daya tahan terhadap serangan reaksi alkali-silika
6. Mempertinggi kekuatan tekan beton
7. Mempertinggi keawetan beton
8. Mengurangi penyusutan
9. Mengurangi porositas dan daya serap air dalam beton.

2.7 Karakteristik bahan

A. Sifat fisis

1. Densitas

Densitas adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Semakin tinggi densitas (massa jenis) suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya. Semakin besar densitas yang terdapat pada suatu benda maka semakin rendah porositasnya.

Untuk menghitung besarnya densitas dipergunakan persamaan matematis berikut :

$$\text{Densitas } (\rho) = \frac{m}{v} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dengan:

ρ = densitas benda uji (gr/cm^3)

m = massa benda uji (gr)

V = volume benda uji (cm^3)

2. Penyerapan air

Besar kecilnya penyerapan air oleh batako sangat dipengaruhi oleh pori-pori atau rongga yang terdapat pada batako tersebut. Semakin banyak pori-pori yang terkandung dalam batako maka akan semakin besar pula

penyerapan air sehingga ketahanannya akan berkurang. Rongga (pori-pori) yang terdapat pada batako terjadi karena kurang tepatnya kualitas dan komposisi material penyusunnya. Pengaruh rasio yang terlalu besar dapat menyebabkan rongga, karena terdapat air yang tidak bereaksi dan kemudian menguap dan meninggalkan rongga.

Persentase penyerapan air dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Penyerapan (\%)} = \frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\% \dots \dots \dots (2.2)$$

Dengan:

m_b = Massa basah dari sampel (gr)

m_k = Massa kering dari sampel (gr)

1 *Sumber : Teknologi Beton, Mulyono 2004*

1. Kuat tekan

Kuat tekan (*Compressive strength*) suatu bahan merupakan perbandingan besarnya beban maksimum yang dapat ditahan dengan luas penampang bahan yang mengalami gaya tersebut.

Untuk menghitung besarnya kuat tekan dipergunakan persamaan matematis berikut :

$$F_c = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dengan:

f_c = Kuat tekan (MPa)

P = Beban maksimum (N)

A = Luas penampang bahan (m^2)

Sumber : Teknologi Beton, Tri Mulyono.2004

Tekanan adalah suatu kuantitas skalar. Satuan dalam sistem internasional dari tekanan adalah Pascal, yang disingkat Pa, dimana $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$.

2.8 Tebu

Tebu (*Saccharum officinarum*) adalah tanaman yang ditanam untuk bahan baku gula. Tanaman ini hanya dapat tumbuh di daerah beriklim tropis. Tanaman ini termasuk jenis rumput-rumputan. Umur tanaman sejak ditanam sampai bisa dipanen mencapai kurang lebih 1 tahun. Di Indonesia tebu banyak dibudidayakan di pulau Jawa dan Sumatra (Anwar.S.2008). Tebu merupakan salah satu tanaman pengumpul silikon (Si) yaitu tanaman yang serapan Si-nya melebihi serapannya terhadap air. Selama pertumbuhan (1 tahun), tebu menyerap Si sekitar 500-700 kg per ha lebih tinggi dibanding unsur-unsur lainnya. Sebagai pembandingan, dalam kurun waktu yang sama tebu menyerap antara 100-300 kg K, 40-80 kg P, dan 50-500 kg N per ha (Yukamgo,E. dan Yuwono,N.W.2007).

Adapun varietas tebu terbagi beberapa jenis dengan ciri-ciri sebagai berikut:

1. Tebu ratu/raja adalah tebu yang paling besar ukurannya, batangnya kuat berwarna kekuningan dan banyak mengandung air. Diameter batang dapat mencapai + 6 cm.
2. Tebu tiying adalah tebu yang kulit batangnya keras dan kaku menyerupai tiying/bambu. Batang berwarna agak kuning, diameter batang 3-5 cm, panjang ruas 5-11 cm dan tingginya dapat mencapai + 5 m.
3. Tebu kuning/arjuna adalah tebu yang menyerupai tebu tiying batangnya berwarna kuning mulus, licin, airnya banyak, dan rasanya paling manis.

4. Tebu tawar/tabah adalah tebu yang perawakannya mirip dengan tebu tiying dengan kulit batang berwarna kuning kehijauan. Batang mengandung banyak air dan rasanya tawar.
5. Tebu swat adalah tebu yang mirip dengan tebu kuning, namun pada ruas terdapat garis-garis hijau memanjang (swat/garis) dan rasanya kurang manis.
6. Tebu selem (ireng/hitam/cemeng) adalah tebu yang kulit batangnya berwarna coklat kehitaman. Diameter batang 2-4 cm, tinggi 4-5 m. Perawakannya besar mirip tebu ratu. Batangnya banyak mengandung air dan rasanya kurang manis.
7. Tebu malem adalah tebu yang mirip dengan tebu ratu, hanya saja ruas batangnya lebih pendek, lebih keras, kadar airnya lebih sedikit dan lebih manis.
8. Tebu salah adalah tebu yang perawakannya mirip gelagah (*Saccharum spontaneum*). Batang berwarna kuning keputihan, berdiameter 2-3,5 cm dan panjang ruas 7-11 cm. Kadar airnya lebih banyak dan rasanya lebih manis.

2.9 Ampas Tebu

Ampas tebu adalah suatu residu dari proses penggilingan tanaman tebu (*saccharum officinarum*) setelah diekstrak atau dikeluarkan niranya pada Industri pemurnian gula sehingga diperoleh hasil samping sejumlah besar produk limbah berserat yang dikenal sebagai ampas tebu (*bagasse*).

Pada proses penggilingan tebu, terdapat lima kali proses penggilingan dari batang tebu sampai dihasilkan ampas tebu. Pada penggilingan pertama dan kedua dihasilkan nira mentah yang berwarna kuning kecoklatan, kemudian pada proses penggilingan ketiga, keempat dan kelima dihasilkan nira dengan volume yang tidak sama. Setelah proses penggilingan awal yaitu penggilingan pertama dan kedua dihasilkan ampas tebu basah. Untuk mendapatkan nira yang optimal, pada penggilingan ampas hasil gilingan kedua harus ditambahkan susu kapur 3Be yang berfungsi sebagai senyawa yang mampu menyerap nira dari serat ampas tebu, sehingga pada penggilingan ketiga nira masih dapat diserap meskipun volumenya lebih sedikit dari hasil gilingan kedua. Pada penggilingan seterusnya hingga penggilingan kelima ditambahkan susu kapur 3Be dengan volume yang berbeda-beda tergantung sedikit banyaknya nira yang masih dapat dihasilkan.

Rata – rata ampas yang diperoleh dari proses giling 32 % tebu. Dengan produksi tebu di Indonesia pada tahun 2007 sebesar 21 juta ton potensi ampas yang dihasilkan sekitar 6 juta ton ampas per tahun. Selama ini hampir di setiap pabrik gula tebu menggunakan ampas sebagai bahan bakar boiler.

Tiap berproduksi, pabrik gula selalu menghasilkan limbah yang terdiri dari limbah padat, cair dan gas. Limbah padat, yaitu: ampas tebu (*bagasse*), Abu boiler dan blotong/ketel (*filter cake*).

Kebutuhan energi di pabrik gula dapat dipenuhi oleh sebagian ampas dari gilingan akhir. Sebagai bahan bakar ketel jumlah ampas dari stasiun gilingan adalah sekitar 30 % berat tebu dengan kadar air sekitar 50 %. Berdasarkan bahan kering, ampas tebu adalah terdiri dari unsur C (*carbon*) 47 %, H (*Hydrogen*) 6,5 %, O (*Oxygen*) 44 % dan abu (*Ash*) 2,5 %. Menurut rumus Pritzelwitz (Hugot,

1986) tiap kilogram ampas dengan kandungan gula sekitar 2,5 % akan memiliki kalor sebesar 1825 kkal. Blotong dimanfaatkan sebagai tanah urug dan pengeras jalan. Limbah ini juga sebagian besar diambil petani untuk dipakai sebagai pupuk, sebagian yang lain dibuang di lahan terbuka, dapat menyebabkan polusi udara, pandangan dan bau yang tidak sedap di sekitar lahan tersebut. Abu boiler merupakan sisa pembakaran ampas tebu yang digunakan dalam proses pengolahan tebu. Kebanyakan masyarakat masih memanfaatkannya sebagai bahan baku pembuatan pupuk organik.

2.9.1 Karakteristik Ampas Tebu

Ampas tebu mempunyai rapat total (*bulk density*) sekitar 0,125 gr/cm³, kandungan kelembaban (*moisture content*) sekitar 48% menurut Hugot (*Hand Book of cane Sugar Engineering*, 1986). Nilai diatas diambil dari penelitian terhadap ampas tebu basah. Ampas tebu basah mempunyai kapasitas kalor dalam jumlah yang besar.

Ampas tebu mempunyai berbagai macam kegunaan, di beberapa negara limbah pabrik tersebut untuk keperluan diberbagai bidang industri, misalnya ampas tebu dibuat menjadi plastik, kertas serta dapat dibuat papan partisi. Pada umumnya, pabrik gula di Indonesia memanfaatkan ampas tebu sebagai bahan bakar bagi pabrik yang bersangkutan, setelah ampas tebu tersebut mengalami pengeringan (Wibowo, dkk. 2006).

2.10 Abu Pembakaran Ampas Tebu

Abu pembakaran ampas tebu atau juga disebut abu ampas tebu merupakan hasil perubahan secara kimiawi dari pembakaran ampas tebu murni. Ampas tebu digunakan sebagai bahan bakar untuk memanaskan boiler dengan suhu mencapai 550°– 600°C dan lama pembakaran setiap 4-8 jam dilakukan pengangkutan atau pengeluaran abu dari dalam boiler, karena jika dibiarkan tanpa dibersihkan akan terjadi penumpukan yang akan mengganggu proses pembakaran ampas tebu berikutnya.

Abu ampas tebu (*bagasse ash*) yang didapat dari PT.Perkebunan Nusantara II, Pabrik Gula Kwala Madu.

Tabel 2.3 Komposisi Kimia Abu Ampas Tebu

Senyawa kimia	Presentase (%)
SiO ₂ (Silika)	71
Al ₂ O ₃ (Alumunium)	1,9
Fe ₂ O ₃ (Besi)	7,8
CaO (Kapur)	43,4
MgO (Magnesia)	0,3
K ₂ O (Kenza oksida)	8,2
P ₂ O ₅ (Difosfor pentaoksida)	3,0
MnO (Mangan oksida)	0,2

Sumber :*Sumber:*<http://digilib.petra.ac.id/viewer.php?page=1&submit.x=0&submit.pdf>

2.10.1 Abu Ampas Tebu Sebagai *Fly Ash*

Fly Ash merupakan abu terbang sisa dari hasil pembakaran batu bara. *Fly ash* terdiri atas partikel yang berdiameter 1 sampai 50 μ m dan lolos ayakan 45 μ m. ASTM C 618 dan *Canadian Standard Association* (CSA) A23.5 memberi 2 jenis fly ash yaitu tipe F dan tipe C. Secara umum perbedaan kedua tipe ini terletak pada sumbernya, yaitu batu bara. Tipe F bersumber dari bituminus dan batu bara yang keras, sedangkan tipe C bersumber dari sub bituminus dan batu bara muda.

Perbedaan yang nyata dari kedua jenis ini adalah kandungan komposisi kimianya. Komposisi kimia pada tipe F diberikan yaitu : $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 \geq 70\%$, dan untuk kadar CaO rata-rata kurang dari 8% sedangkan tipe C untuk komposisi yang sama yaitu: SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 antara 50 % sampai dengan 70%. Pada abu ampas tebu komposisi $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ berkisar antara 70%-80% dan kadar CaO berada pada kisaran 3%-5% sehingga abu ampas tebu dapat dikategorikan sebagai *fly ash* tipe F karena kandungan silika abu pembakaran ampas tebu mencapai 71%.

2.10.2 Abu Ampas Tebu Sebagai *Bottom Ash*

Bottom ash dan *Fly ash* pada abu pembakaran ampas tebu hampir sama unsur dan jumlah yang terkandung di dalamnya. Tetapi perbedaannya adalah *bottom ash* memiliki ukuran butiran yang lebih kasar dari *fly ash*. Pada proses pemanasan boiler di pabrik gula, ampas tebu (*bagasse*) digunakan sebagai bahan bakar . Proses pembakaran tersebut menghasilkan abu ampas tebu (*bagasse ash*). Abu ampas tebu yang tertinggal pada tungku pembakaran tersebut disebut *bottom ash*. Disamping itu ada pula yang terbang ke cerobong asap yang disebut dengan *fly ash*.

2.10.3 Abu Pembakaran Ampas Tebu Sebagai Limbah

Abu pembakaran ampas tebu merupakan limbah dari proses produksi gula di pabrik gula, limbah ini pada kenyataannya sulit untuk dibuang karena fungsi dari abu tebu ini kurang bisa diolah dan dimanfaatkan oleh warga setempat bagi perkebunan atau pertanian, bahkan oleh beberapa petani menganggap abu tebu sebagai perusak kesuburan tanah. Hal tersebut merupakan masalah tersendiri dari dalam hal pembuangannya bagi pabrik gula. Untuk mengatasi masalah tersebut, pihak pabrik menawarkan abu tebu tersebut kepada umum secara cuma-cuma, tetapi meskipun demikian limbah tersebut masih tetap banyak menumpuk di halaman atau di sekitar arel pabrik. Pemanfaatan abu tebu ini oleh para peneliti sangat diharapkan oleh pihak pabrik, apalagi dapat dipergunakan untuk kepentingan masyarakat banyak. Abu Ampas Tebu pada setiap pabrik gula cukup banyak, mencapai sekitar 9.000 ton Abu Ampas Tebu yang dibuang tiap tahun sebagai tanah uruk. (Totok Noerwasito,2004)

2.11 Analisa Campuran

2.11.1 Beton Ringan

Pembuatan beton ringan pada prinsipnya membutuhkan rongga didalam beton. Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk membuat beton lebih ringan adalah sebagai berikut :

1. Dengan membuat gelembung – gelembung gas / udara dalam adukan semen sehingga terjadi banyak pori - pori udara di dalam betonnya. Salah

satu cara yang dapat dilakukan dengan menambah bubuk aluminium ke dalam campuran adukan beton.

2. Dengan menggunakan agregat ringan, misalnya tanah liat bakar, batu apung atau agregat buatan sehingga beton yang dihasilkan akan lebih ringan dari pada beton biasa.
3. Dengan cara membuat beton tanpa menggunakan butir – butir agregat halus atau pasir yang disebut beton non pasir.

Keuntungan lain dari beton ringan antara lain : memiliki nilai tahan panas yang baik, memiliki tahanan suara (peredam) yang baik, tahan api. Sedangkan kelemahan beton ringan adalah nilai kuat tekannya lebih kecil dibandingkan dengan beton normal sehingga tidak dianjurkan penggunaannya untuk struktural.

Secara garis besar pembagian penggunaan beton ringan dapat dibagi tiga yaitu (Tjokrodimuljo,1996) :

1. Untuk non struktur dengan nilai densitas antara 240 – 800 kg/m³ dan kuat tekan dengan nilai 0,35 – 7 MPa digunakan untuk dinding pemisah atau dinding isolasi.
2. Untuk struktur ringan dengan nilai densitas antara 800 – 1400 kg/m³ dan kuat tekan dengan nilai 7 – 17 MPa digunakan dengan dinding memikul beban.
3. Untuk struktur dengan nilai densitas antara 1400 – 1800 kg/m³ dan kuat tekan > 17MPa digunakan sebagai beton normal.

2.11.2 Klasifikasi Batako

Berdasarkan PUBI 1982, sesuai dengan pemakaiannya batako diklasifikasikan dalam beberapa kelompok sebagai berikut :

1. Batako A1, adalah batako yang digunakan untuk konstruksi yang tidak memikul beban, dinding penyekat serta konstruksi lainnya yang selalu terlindungi dari cuaca luar.
2. Batako A2, adalah batako yang hanya digunakan untuk hal-hal seperti dalam jenis A1, tetapi hanya permukaan konstruksi dari batako tersebut boleh tidak diplester.
3. Batako B1, adalah batako yang digunakan untuk konstruksi yang memikul beban, tetapi penggunaannya hanya untuk konstruksi yang terlindungi dari cuaca luar (untuk konstruksi di bawah atap).
4. Batako B2, adalah batako untuk konstruksi yang memikul beban dan dapat digunakan untuk konstruksi yang tidak terlindungi.

2.11.3 Karakteristik Batako Sesuai PUBI

Mix design bahan baku batako yang terdiri dari pasir, semen dan air harus memiliki perbandingan 75 : 20 : 5. Perbandingan komposisi bahan baku ini adalah sesuai dengan Pedoman Teknis yang dikeluarkan oleh Departemen Pekerjaan Umum tahun 1982. Maka perbandingan 75 : 20 : 5 dapat juga dikecilkan dengan bilangan 3,75 : 1 : 0,25 yaitu Pasir : Semen : Air. (PUBI.1982).

2.11.4 Standard Benda Uji

Standard jumlah benda uji yang sesuai dianjurkan dalam buku pedoman Peraturan Beton Indonesia tahun 1971 adalah 20 buah benda uji

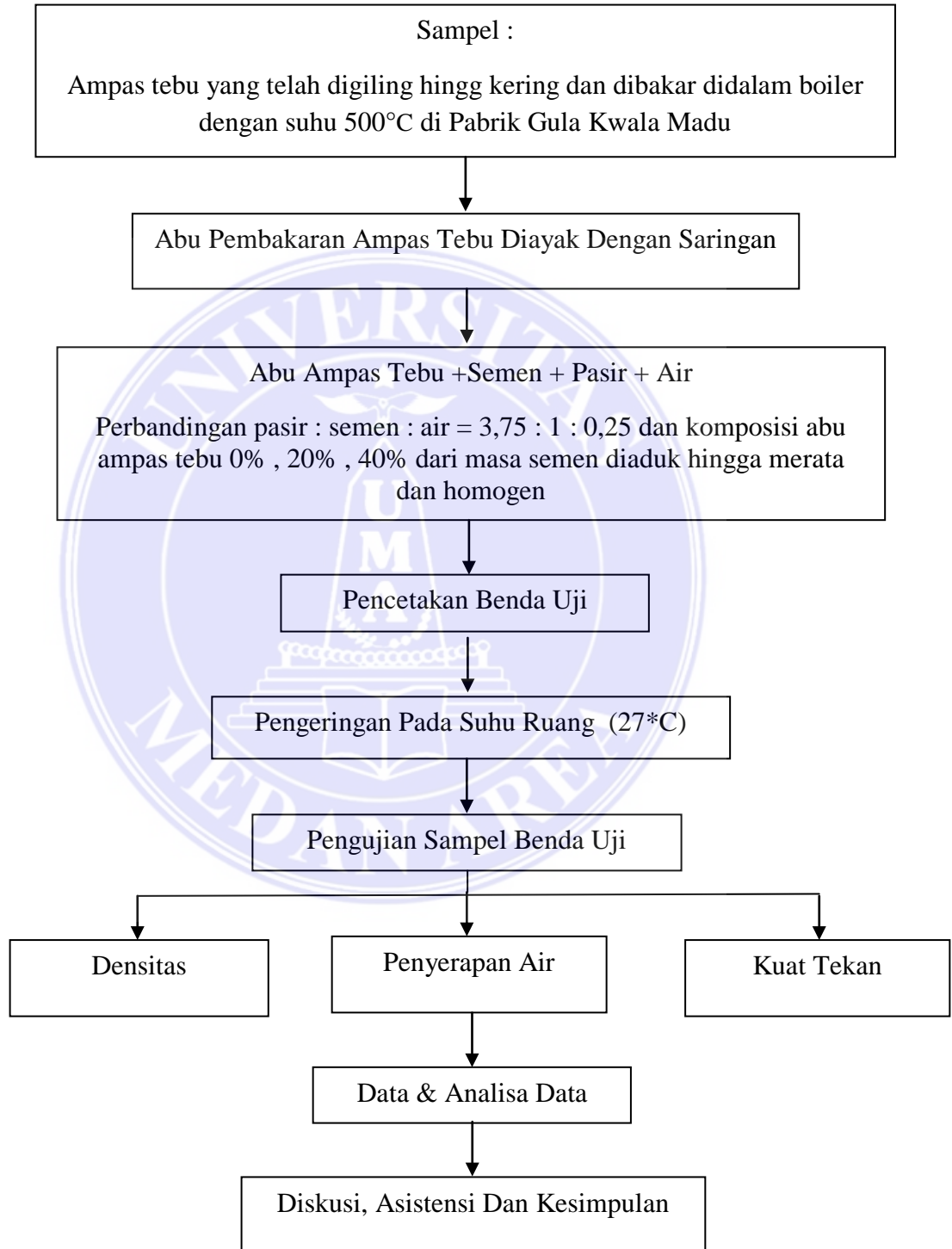
untuk menguji kuat tekan beton, dilakukan pengujian kuat tekan beton saat benda uji beton berumur 28 hari. (PBI.1971).



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 : Diagram Alir Penelitian

3.2 Pengambilan Sampel Abu Ampas Tebu

Abu ampas tebu (*bagasse ash*) yang didapat dari PT.Perkebunan Nusantara II, Pabrik Gula Kwala Madu, pihak pabrik penggilingan tebu tersebut memberikan sampel abu pembakaran ampas tebu dengan cuma – cuma untuk penelitian ini, sampel yang didapat dari hasil pembakaran ampas tebu yaitu tebu yang sudah digiling hingga kering lalu dibakar dalam stasiun boiler pada suhu 500°C menghasilkan abu ampas tebu yang disebut abu boiler. Abu ampas tebu yang dibakar pada suhu 500°C memiliki berat jenis $2,023\text{gr}/\text{cm}^3$ atau $2023\text{kg}/\text{m}^3$.

3.3 Peralatan dan bahan

3.3.1 Peralatan

1. Saringan no.4, no.8, no.10, no.16, no.30, no.50, no.100, no.200 dan pan.
2. Oven (memanaskan hingga 200°C).
3. Neraca (ketelitian 0,00gr).
4. Cetakan Benda Uji Kubus (ukuran 5cm x 5cm x 5cm).
5. Cetakan Batako (ukuran 40cm x 20cm x 8cm).
6. Alat Pengaduk dan Alat Pematat.
7. *Universal Testing Mechine* (UTM).
8. Alat Lainnya Seperti Pan Besar, *Scrub*, *Strowel*, Kunci Pass, Tang, Gelas Ukur, dan Termometer.

3.3.2 Bahan

1. Abu Boiler (Abu Ampas Tebu).
2. Pasir (Agregat Halus).
3. Semen Portland.
4. Air (Air Suling Bersih).

3.4 Proses Pekerjaan Persiapan Bahan

3.4.1 Pengayakan Abu Ampas Tebu

Abu ampas tebu yang sudah diambil di pabrik lalu di jemur hingga kering permukaan lalu di ayak menggunakan alat saringan no.100. Hasil pengayakan yang dipakai adalah abu ampas tebu yang tertahan disaringan no.200 ($75\mu\text{m}$) berupa serbuk halus.

3.4.2 Pengayakan Agregat

Agregat yang digunakan ialah agregat halus, agregat yang telah disediakan dicuci bersih lalu di oven pada suhu 150°C hingga kering selama 24jam, dikeluarkan dari oven lalu di dinginkan hingga suhu ruang, lalu disaring dengan saringan no.4, no.8, no.10, no.16, no.39, no.50, no.100, no.200 dan pan, lalu yang lolos saringan no.4, no.8, no.10, no.16, no.30, no.50, no.100 dapat digunakan untuk bahan cetakan benda uji dan batako, agregat yang lolos saringan no.200 dibuang karena memiliki kadar lempung.

3.4.3. Bahan Pengikat Dan Air

Semen portland yang digunakan adalah merk Holcim dan air yang dipakai adalah air suling dari PDAM yang terdapat di Laboratorium.

3.4.4 Penimbangan

Semua bahan ditimbang dengan menggunakan neraca digital. Perbandingan Pasir (agregat halus), (semen + abu ampas tebu), dan air adalah $3,75 : 1 : 0,25$. Masing-masing bahan ditimbang sesuai dengan perbandingan persentase komposisi yang divariasikan, yaitu pasir dengan variasi komposisi tetap dan abu ampas tebu dengan komposisi 0%, 20%, 40% yang massanya

diambil dari massa semen dengan cara mengurangi massa semen sebesar komposisi abu ampas tebu tersebut.

3.4.5 Pencampuran

Pencampuran sempel benda uji dan sempel batako dilakukan untuk masing-masing komposisi menggunakan alat pengaduk didalam wadah pan besar , yaitu pasir + semen + abu ampas tebu diaduk sampai homogen dan ditambahkan air, kemudian diaduk lagi sampai campuran homogen selama \pm 15 menit.

3.5 Pembentukan Sempel

3.5.1 Sempel Benda Uji

Campuran yang sudah diaduk dan merata, dimasukkan ke dalam cetakan yang berbentuk kubus sama sisi cm x 5cm x 5cm lalu dipadatkan, setelah 12jam kemudian dikeluarkan sempel benda uji dari cetakan tersebut.

3.5.2 Sempel Batako

Campuran yang sudah diaduk dan merata, dimasukkan ke dalam cetakan batako padat (pejal) ukuran panjang x lebar x tinggi yakni 40cm x 20cm x 8cm, lalu dipadatkan, kemudian dikeluarkan sempel benda uji dari cetakan tersebut.

3.6 Pengeringan Sempel Benda Uji Dan Batako

Pengeringan dilakukan di tempat yang temperaturnya rendah atau pada suhu ruangan (27°C) dan terhindar dari sinar matahari karena penguapan rendah, kelembaban menjadi rendah, dengan demikian dapat mengurangi kecepatan menguapnya air dari permukaan karena jika kecepatan pengeringan terlalu tinggi akan mengakibatkan sampel batako menjadi retak-retak. Pengeringan dilakukan selama 28 hari, kemudian dilakukan pengujian.

3.7 Prosedur Pengujian Sampel Benda Uji

3.7.1 Pengukuran Densitas

Pengukuran densitas terhadap sampel benda uji batako ini dilakukan setelah batako dikeringkan selama 28 hari. Pengukuran densitas menggunakan sampel benda uji batako berbentuk kubus. Jumlah sampel benda uji yang diukur terdiri dari : 20 buah sampel dengan campuran 0% abu ampas tebu, 20 buah sampel dengan campuran 20% abu ampas tebu, dan 20 buah sampel dengan campuran 40% abu ampas tebu, yang massanya masing-masing diambil dari massa semen dengan cara mengurangi massa semen sebesar komposisi abu ampas tebu tersebut, sehingga komposisi abu ampas tebu menjadi 20% dan 40%. Perhitungannya dapat ditentukan menggunakan persamaan (2.1).

Cara Pengujian:

1. Benda uji diukur panjang, lebar dan tingginya.
2. Hitung volume benda uji (v).
3. Kemudian ditimbang massanya (m).

3.7.2 Pengukuran Penyerapan Air

Pengukuran penyerapan air terhadap sampel benda uji batako ini dilakukan setelah batako dikeringkan selama 28 hari. Pengukuran penyerapan air (*water absorbtion*) menggunakan sampel benda uji batako berbentuk kubus. Jumlah sampel batako yang diukur terdiri dari: 10 buah sampel benda uji dengan campuran 0% abu ampas tebu, 10 buah sampel benda uji dengan campuran 20% abu ampas tebu, dan 10 buah sampel benda uji dengan campuran 40% abu ampas tebu, yang massanya masing-masing diambil dari massa semen dengan cara mengurangi massa semen sebesar komposisi abu ampas tebu tersebut, sehingga

komposisi abu ampas tebu menjadi 20% dan 40%, yang massanya masing-masing diambil dari massa semen dengan cara mengurangi massa semen sebesar komposisi abu ampas tebu tersebut. Perhitungannya dapat ditentukan menggunakan persamaan rumus (2.2).

Cara pengujian:

1. Benda uji ditimbang massanya (mk).
2. Benda uji direndam dalam air selama 24 jam.
3. Benda uji diangkat dari rendaman, benda uji didiamkan hingga kering permukaan, lalu ditimbang massanya (mb).

3.7.3 Pengujian kuat tekan

Pengujian kuat tekan terhadap sempel benda uji batako dilakukan setelah batako dikeringkan selama 28 hari. Pengujian kuat tekan menggunakan benda uji berbentuk kubus. Pengujian kuat tekan dilakukan dengan menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM) kapasitas 5000 kg (gambar alat terlampir). Jumlah sampel benda uji batako yang diuji terdiri dari: 20 buah sempel benda uji dengan campuran 0% abu ampas tebu, 20 buah sempel benda uji dengan campuran 20% abu ampas tebu dan 20 buah sempel benda uji dengan campuran 40% abu ampas tebu, yang massanya masing-masing diambil dari massa semen dengan cara mengurangi massa semen sebesar komposisi abu ampas tebu tersebut.

Perhitungannya dapat ditentukan menggunakan persamaan (2.3), berikut

Cara pengujian :

1. Sempel benda uji yang akan diuji diukur luas permukaannya (A).
2. Benda uji diletakkan di atas bentangan penumpu dan tepat berada di tengah dibawah penekan alat UTM.

3. Masukkan data sampel benda uji yang dibutuhkan alat UTM yaitu dimensi benda uji, berat benda uji dan berat jenis benda uji.
4. Alat dihidupkan, kemudian setelah sampel hancur alat UTM menghasilkan data, lalu print data hasil pengujian alat tersebut, catat nilai *Maximum load* (kg.f) sebagai nilai P, alat juga akan menghasilkan nilai kuat tekan yaitu *Stress* (kg.f/cm²) tetapi hasil *Maximum load* dapat dimasukkan pada rumus persamaan (2.3) agar perhitungan hasil kuat tekan lebih akurat.

3.8 Kebutuhan Bahan Campuran

Kebutuhan bahan campuran yakni melingkupi kebutuhan bahan yang diperlukan untuk pembuatan benda uji batako dan batako utuh yakni meliputi kebutuhan pasir, semen, air dan abu ampas tebu.

3.8.1 Perhitungan Kebutuhan Bahan Benda Uji

Kebutuhan bahan untuk benda uji kubus ukuran panjang x lebar x tinggi sama sisi yakni 5cm x 5cm x 5cm, dengan memakai perbandingan campuran 3,75 : 1 : 0,25 yaitu pasir : semen : air yang divariasikan abu ampas tebu dengan 0%, 20%, 40% massa abu ampas tebu yang mengurangi massa semen.

1. Kebutuhan bahan 20 benda uji 0% abu ampas tebu :

Diketahui Volume cetakan benda uji kubus dengan Rumus = Sisi³

$$\text{Volume} = 5^3 = 125 \text{ cm}^3$$

$$\text{Perbandingan campuran } 3,75 : 1 : 0,25 = 5$$

Maka kebutuhan bahan untuk 1 benda uji kubus :

a. Kebutuhan pasir :

Rumus : $\frac{\text{perbandingan pasir}}{\text{total perbandingan}} \times \text{volume kubus}$

$$\frac{3,75}{5} \times 125 = 93,75 \text{ cm}^3 = 93,75 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

Diketahui berat jenis pasir = 1400 kg/m^3

Maka berat pasir yang dibutuhkan untuk 1 benda uji adalah:

$$93,75 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \times 1400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 0,13125 \text{ kg} = 131 \text{ gr}$$

Maka berat pasir yang dibutuhkan untuk 20 benda uji adalah :

$$\text{Berat pasir 1 benda uji} \times 20 = 131 \times 20 = 2620 \text{ gr.}$$

b. Kebutuhan semen :

Rumus : $\frac{\text{perbandingan semen}}{\text{total perbandingan}} \times \text{volume kubus}$

$$\frac{1}{5} \times 125 = 25 \text{ cm}^3 = 25 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

Diketahui berat jenis semen = 3100 kg/m^3

Maka berat semen yang dibutuhkan untuk 1 benda uji adalah :

$$25 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \times 3100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 0,0775 \text{ kg} = 77,5 \text{ gr.}$$

Maka berat pasir yang dibutuhkan untuk 20 benda uji adalah :

$$\text{Berat pasir 1 benda uji} \times 20 = 77,5 \times 20 = 1550 \text{ gr.}$$

c. Kebutuhan air :

Kebutuhan air 1 benda uji adalah

Rumus : $\frac{\text{perbandingan air}}{\text{total perbandingan}} \times \text{volume kubus}$

$$\frac{0,25}{5} \times 125 = 6,25 \text{ cm}^3 = 6,25 \text{ ml air}$$

Kebutuhan air untuk 20 benda uji adalah :

Berat air 1 benda uji $6,25 \text{ ml} \times 20 = 125 \text{ ml}$.

2. Kebutuhan bahan 20 benda uji 20% abu ampas tebu :

a. Kebutuhan pasir 1 benda uji = 131 gr dan kebutuhan 20 benda uji = 2620 gr (massa pasir sama dengan kebutuhan pasir benda uji pada 0% abu ampas tebu karena abu ampas tebu tersebut mengurangi massa semen).

b. Kebutuhan abu ampas tebu :

Kebutuhan abu ampas tebu pada 1 buah benda uji 20% abu ampas tebu yaitu massa semen $77,5 \text{ gr} \times 20\% = 15,5 \text{ gr}$

Kebutuhan abu ampas tebu 20 benda uji 20% abu ampas tebu adalah : $15,5 \text{ gr} \times 20 = 310 \text{ gr}$.

c. Kebutuhan semen :

Massa semen yang digunakan ialah jumlah massa semen pada sampel benda uji 0% abu ampas tebu dikurangi massa abu ampas tebu yang digunakan = $1550 \text{ gr} - 310 \text{ gr} = 1240 \text{ gr}$.

d. Kebutuhan air :

Kebutuhan air sama dengan kebutuhan air benda uji 0% abu ampas tebu, yaitu kebutuhan 1 benda uji = 6,25 ml air dan kebutuhan 20 benda uji = 125 ml air.

3. Kebutuhan bahan 20 benda uji 40% abu ampas tebu :

a. Kebutuhan pasir 20 benda uji = 2620 gr (massa pasir sama dengan kebutuhan pasir benda uji pada 0% abu ampas tebu karena abu ampas tebu tersebut mengurangi massa semen).

b. Kebutuhan abu ampas tebu :

Kebutuhan abu ampas tebu pada 1 buah benda uji 20% abu ampas tebu yaitu massa semen $77,5 \text{ gr} \times 40\% = 31 \text{ gr}$

Kebutuhan abu ampas tebu 20 benda uji 40% abu ampas tebu adalah : $31 \text{ gr} \times 20 = 620 \text{ gr}$.

c. Kebutuhan semen :

Massa semen yang digunakan ialah jumlah massa semen pada sampel benda uji 0% abu ampas tebu dikurangi massa abu ampas tebu yang digunakan = $1550 \text{ gr} - 620 \text{ gr} = 930 \text{ gr}$.

d. Kebutuhan air :

Kebutuhan air sama dengan kebutuhan air benda uji 0% abu ampas tebu, yaitu kebutuhan 1 benda uji = 6,25 ml air dan kebutuhan 20 benda uji = 125 ml air.

Tabel 3.1 Kebutuhan Bahan Benda Uji

No.	Variasi Campuran	Abu Ampas Tebu (gr)	Semen (gr)	Pasir (gr)	Air (ml)
1.	20 Benda Uji 0% Abu Ampas Tebu	-	1550	2620	125
2.	20 Benda Uji 20% Abu Ampas Tebu	310	1240	2620	125
3.	20 Benda Uji 40% Abu Ampas Tebu	620	930	2620	125

Sumber : Data Penelitian 2017

3.8.2 Perhitungan Kebutuhan Bahan Batako

Kebutuhan bahan untuk batako padat (pejal) ukuran panjang x lebar x tinggi yakni 40cm x 20cm x 8cm, dengan memakai perbandingan campuran 3,75 : 1 : 0,25 yaitu pasir : semen : air yang divariasikan abu ampas tebu dengan 0%, 20%, 40% massa abu ampas tebu yang mengurangi massa semen.

1. Kebutuhan bahan 1buah batako 0% abu ampas tebu :

Diketahui Volume cetakan benda uji kubus dengan Rumus = P x L x T

$$\text{Volume} = 40 \times 20 \times 8 = 6400 \text{ cm}^3$$

Perbandingan campuran 3,75 : 1 : 0,25 = 5

Maka kebutuhan bahan untuk 1 batako :

a. Kebutuhan pasir :

$$\text{Rumus : } \frac{\text{perbandingan pasir}}{\text{total perbandingan}} \times \text{volume batako}$$

$$\frac{3,75}{5} \times 6400 = 4800 \text{ cm}^3 = 4800 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

Diketahui berat jenis pasir = 1400 kg/m³

Maka berat pasir yang dibutuhkan untuk 1 buah batako adalah :

$$4800 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \times 1400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 6,72 \text{ kg.}$$

b. Kebutuhan semen :

$$\text{Rumus : } \frac{\text{perbandingan semen}}{\text{total perbandingan}} \times \text{volume kubus}$$

$$\frac{1}{5} \times 6400 = 1280 \text{ cm}^3 = 1280 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

Diketahui berat jenis semen = 3100 kg/m³

Maka berat semen yang dibutuhkan untuk 1 benda uji adalah :

$$1280 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \times 3100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 3,968 \text{ kg} = 3968 \text{ gr}.$$

c. Kebutuhan air :

Rumus : $\frac{\text{perbandingan air}}{\text{total perbandingan}} \times \text{volume kubus}$

$$\frac{0,25}{5} \times 6400 = 320 \text{ cm}^3 = 320 \text{ ml}$$

Didapat kebutuhan air untuk 1buah batako adalah 320 ml air.

2. Kebutuhan bahan 1buah batako 20% abu ampas tebu :

a. Kebutuhan pasir batako = 6,72 kg (massa pasir sama dengan kebutuhan pasir benda uji pada 0% abu ampas tebu karena abu ampas tebu tersebut mengurangi massa semen).

b. Kebutuhan abu ampas tebu :

$$\text{Massa semen } 3968 \text{ gr} \times 20\% = 793,6 \text{ gr}.$$

c. Kebutuhan semen :

Massa semen yang digunakan ialah jumlah massa semen pada sampel benda uji 0% abu ampas tebu dikurangi massa abu ampas tebu yang digunakan = $3968 \text{ gr} - 793,6 \text{ gr} = 3174 \text{ gr}$.

d. Kebutuhan air :

Kebutuhan air untuk 1buah batako 20% abu ampas tebu adalah sama dengan kebutuhan air pada batako 0% abu ampas tebu ialah 320 ml air.

3. Kebutuhan bahan 1buah batako 40% abu ampas tebu :

a. Kebutuhan pasir batako = 6,72 kg (massa pasir sama dengan kebutuhan pasir benda uji pada 0% abu ampas tebu karena abu ampas tebu tersebut mengurangi massa semen)

b. Kebutuhan abu ampas tebu :

$$\text{Massa semen } 3968 \text{ gr} \times 40\% = 1587,2 \text{ gr}$$

c. Kebutuhan semen :

Massa semen yang digunakan ialah jumlah massa semen pada sampel benda uji 0% abu ampas tebu dikurangi massa abu ampas tebu yang digunakan = $3968 \text{ gr} - 1587,2 \text{ gr} = 2380 \text{ gr}$

d. Kebutuhan air :

Kebutuhan air untuk 1buah batako 40% abu ampas tebu adalah sama dengan kebutuhan air pada batako 0% abu amas tebu ialah 320 ml air.

Tabel 3.1 Kebutuhan Bahan 1 buah Batako

No.	Variasi Campuran	Abu Ampas Tebu (gr)	Semen (gr)	Pasir (gr)	Air (ml)
1.	1Buah Batako 0% Abu Ampas Tebu	-	3968	6720	992
2.	1Buah Batako 20% Abu Ampas Tebu	793,6	3174	6720	992
3.	1Buah Batako 40% Abu Ampas Tebu	1587,2	2380	6720	992

Sumber : Data Penelitian 2017

DAFTAR PUSTAKA

Aigbodion. V. S, dkk. 2010. *Potential Utilization of Solid Waste (Bagasse Ash)*.<http://www.imp.mtu.edu/jmmce/issue9-1/issue9-1%20P67-77.pdf>

Anwar, S.2008 *AmpasTebu* <http://redant04blogspot.Com/2008/08/ampastebu>

Cara membuat batako manual ,<http://yudha-pratam.blogspot.co.id/>

Determination of the Effects of Bagasse Ash on the Properties of Portland Cement ,Jurnal dari : Mashair Khalil Idris1, Kamal Eldin Eltayeb Yassin2
1Sudanese Standard and Metrology Organization Khartoum, Sudan
Corresponding author 2Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, University of Khartoum, Sudan kamaltyb

Frick, Heinz. 1996. *Arsitektur dan Lingkungan*. Yogyakarta. Kanisius.

Halliday & Resnick. 1992. *Fisika*. Jilid 1 & 2. Edisi 3. Terjemahan oleh Pantur Silaban & Erwin Sucipto. Jakarta. Penerbit Erlangga.

Modul Pelatihan Pembuatan Ubin Atau Paving Blok Dan Batako, Claudia Muiler, eva fitriani, halimah, dan ira febriana, Januari2006, *International labour office*.

Mulyono, Tri. 2004. *Teknologi Beton*. Yogyakarta. Penerbit ANDI.

Murdock, L. J. dan Brook, K. M.. 1991. *Bahan dan Praktek Beton*. Terjemahan oleh Stephanus Hindarko. Jakarta. Penerbit Erlangga.

Nawy, E. G. 1990. *Beton bertulang Suatu Pendekatan Dasar*. Cetakan Pertama.Terjemahan oleh Bambang Suryoatmono. Bandung. Penerbit PT. Eresco.

Sagel, R. dan H. Kesuma,Gideon. 1997. *Pedoman Pengerjaan Beton*. Cetakan ke-5.Jakarta. Penerbit Erlangga.

Persyaratan Umum Bahan Bangunan Indonesia (PUBI) 1982 PASAL 6, tentang batu cetak beton (batako).

Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis Batako Jurnal Dari : Nurwahyu Hidayati, Departemen Fisika,Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara, Medan, 2010.

Pengaruh Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Sebagai Substitusi Parsial Semen Dalam Campuran Beton Ditinjau Terhadap Kuat Tarik Lentur Dan Modulus Elastisitas, Jurnal dari : Gerry Phillip Rompas, J.D. Pangouw, R. Pandaleke, J.B. Mangare Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Januari 2013.

Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Dari Hasil Pembakaran Nira Pg. Gondang Baru Klaten Dan Kapur Tohor Pengganti Semen Untuk Campuran Beton, Jurnal dari: Nanang Harjianto Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta,2015.

Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Untuk Mengurangi Pemakaian Semen Pada Pembuatan Batako (*Utilization of Bagasse Ash to Reduce The Use of Cement in Brick Making*), Jurnal dari: Rizki Angelina Naibaho, Ainun Rohanah, Sulastri Panggabean, Program Studi Keteknikan Pertanian, Fakultas Pertanian USU 10 Maret 2015.

SNI 03-0349-1989 ,Bata Beton Untuk Pasangan Dinding, ICS 91.100.30, Badan Standardisasi Nasional Indonesia BSNI.

SK SNI T-03-3449-2002,SNI 03-3449-2002 Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Ringan Dengan Agregat Ringan ,DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM Diterbitkan oleh Yayasan LPMB, Bandung.

The Use Of Bagasse Ash With Temperature Variations As A Partial Subtitution Of Cemen In The Concrete Mix, Rofikotul Karimah & Yusuf Wahyudi, Jurnal Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang, Agustus 2015.

Utilization Of Bagasse Ash As A Brick Material, A Review, Rohan Rajput and Mayank Gupta, 1.Rohan Rajput, M.tech. Scholar Civil Engg.Dept. SIRTE BHOPAL(M.P.) and 2.Mayank Gupta, Assistant Professor Civil Engg.Dept. SIRTE BHOPAL(M.P).

Wibowo, F. X. N. Hatmoko, J. T. dan Wigroho, H. Y. 2006. *Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen dalam Pembuatan Beton*.

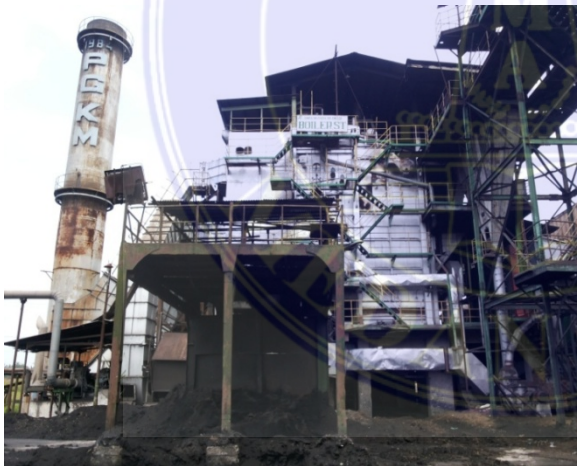
LAMPIRAN A

Tempat Pengambilan Sempel Abu Ampas Tebu

1. Pabrik Gula Kwalamadu PT.Perkebunan Nusantara II



2. Stasiun Boiler Pabrik, Yang Menghasilkan Limbah Abu Ampas Tebu.



LAMPIRAN B

Peralatan Dan Bahan

1. *Universal Testing Mechine (UTM).*



2. Neraca / Timbangan Ketelitian 0,00gr.



3. Oven.



3. Cetakan Benda Uji.



4. Saringan.



5. Persiapan Semen Portlan dan Agregat.



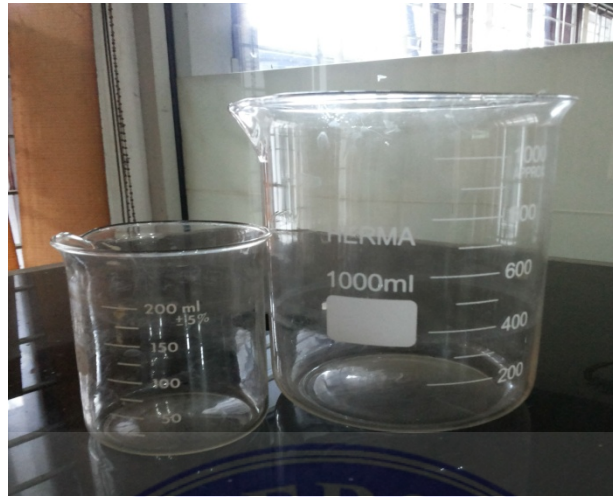
6. Abu Ampas Tebu Yang Belum Disaring.



7. Abu Ampas Tebu Yang Telah Disaring Dengan Saringan No.100



8. Gelas Ukur.



9. Bahan Benda Uji Setelah Diukur Kebutuhannya Yang Akan Diaduk.



10. Bahan Benda Uji Yang Telah Siap Dicetak Dalam Cetakan.



LAMPIRAN C

Dokumentasi Proses Dan Hasil Penelitian

1. 20 Benda Uji 0% Abu Ampas Tebu.



2. 20 Benda Uji 20% Abu Ampas Tebu.



3. 20 Benda Uji 40% Abu Ampas Tebu.



4. Benda Uji Keseluruhan.



5. Perbedaan warna batako 0%,20%,40% abu ampas tebu.



6. Proses Pengujian Penyerapan Air.



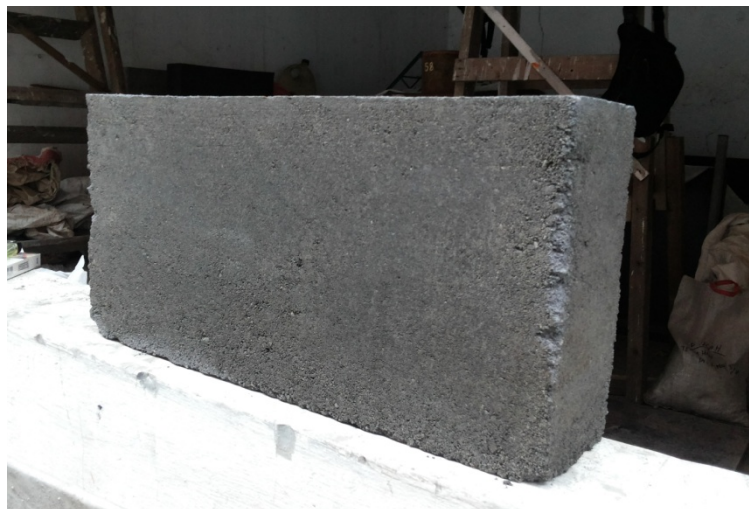
7. Bahan Campuran Batako.



8. Batako 0% Abu Ampas Tebu Ukuran 40cm x 20cm x 8cm.



9. Batako 20% Abu Ampas Tebu Ukuran 40cm x 20cm x 8cm.



10. Batako 40% Abu Ampas Tebu Ukuran 40cm x 20cm x 8cm.



11. Ketiga variasi batako.



12. Benda uji yang akan dilakukan pengujian kuat tekan dengan alat UTM.



13. Benda uji yang telah di uji kuat tekan dengan alat UTM.



14. Mesin UTM mencetak hasil kuat tekan dalam bentuk struk kertas



15. Contoh hasil kuat tekan dari mesin UTM

Operating Mode	-	Compression
Date	-	27/09/17
Time	-	16:18:30
Sample Reference	-	12
Sample Type	-	Cube
Sample Units	-	Metric
Maximum Load	-	1510 kgf
Pace Rate	-	90 kgf/sec
Stress	-	60,21 kgf/cm ²
Sample Height	-	5.000 cm
Sample Width	-	5.000 cm
Sample Depth	-	5.000 cm
Weight in Air	-	190.0 g
Weight in Water	-	0.000 g
Sample Density	-	0.000 g/cm ³

Operating Mode	-	Compression
Date	-	27/09/17
Time	-	16:09:44
Sample Reference	-	7
Sample Type	-	Cube
Sample Units	-	Metric
Maximum Load	-	7720 kgf
Pace Rate	-	90 kgf/sec
Stress	-	308.7 kgf/cm ²
Sample Height	-	5.000 cm
Sample Width	-	5.000 cm
Sample Depth	-	5.000 cm
Weight in Air	-	245.0 g
Weight in Water	-	0.000 g
Sample Density	-	0.000 g/cm ³

Operating Mode	-	Compression
Date	-	27/09/17
Time	-	16:21:38
Sample Reference	-	14
Sample Type	-	Cube
Sample Units	-	Metric
Maximum Load	-	1920 kgf
Pace Rate	-	90 kgf/sec
Stress	-	76.80 kgf/cm ²
Sample Height	-	5.000 cm
Sample Width	-	5.000 cm
Sample Depth	-	5.000 cm
Weight in Air	-	125.0 g
Weight in Water	-	0.000 g
Sample Density	-	0.000 g/cm ³

407.