PEMANFAATAN LIMBAH ABU KETEL *(ASH BOILER)* UNTUK DINDING RUMAH RAMAH LINGKUNGAN

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

AHMAD SHOFI

NIM : H75215011

PRODI TEKNIK LINGKUNGAN

JURUSAN TEKNOLOGI

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL

SURABAYA

2019

PEMANFAATAN LIMBAH ABU KETEL *(ASH BOILER)* UNTUK DINDING RUMAH RAMAH LINGKUNGAN

TUGAS AKHIR

Diajukan guna memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) pada program studi Teknik Lingkungan

Disusun Oleh:

AHMAD SHOFI

NIM : H75215011

PRODI TEKNIK LINGKUNGAN

JURUSAN TEKNOLOGI

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL

SURABAYA

2019

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Ahmad Shofi

NIM : H75215011

Program Studi : Teknik Lingkungan

Angkatan : 2015

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan tugas akhir saya yang berjudul "PEMANFAATAN LIMBAH ABU KETEL *(ASH BOILER)* UNTUK DINDING RUMAH RAMAH LINGKUNGAN". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya,15 Juli 2019
Yang menyatakan

METERAI TEMPEL
D29DDAFF869209286
6000
ENAM RIBU RUPIAH

(Ahmad Shofi)
NIM. H75215011

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir oleh

NAMA : AHMAD SHOFI

NIM : H75215011

JUDUL : PEMANFAATAN LIMBAH ABU KETEL *(ASH BOILER)* UNTUK DINDING RUMAH RAMAH LINGKUNGAN

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 15 Juli 2019

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
Arqowi Pribadi, M.Eng	Yusrianti, M.T
NIP. 198701032014031001	NIP.198210222014032001

PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Tugas Akhir Ahmad Shofi ini telah dipertahankan
Didepan tim penguji tugas akhir
di Surabaya, 18 Juli 2019

Mengesahkan,
Dewan Penguji

Dosen Penguji I	Dosen Penguji II
Arqowi Pribadi, M.Eng	Yusrianti, M.T
NIP. 198701032014031001	NIP.198210222014032001

Dosen Penguji III	Dosen Penguji IV
Abdul Hakim, M.T	Teguh Taruna Utama, M.T
NIP.198008062014031002	NUP.201603319

Mengetahui
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya

Dr. Evi Purwati, M.Ag
NIP. 196512211990022001

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN
Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama	: Ahmad Shofi
NIM	: H75215011
Fakultas/Jurusan	: Sains Dan Teknologi / Teknik Lingkungan
E-mail address	: ahmadshofiman2@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

☑ Skripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)

yang berjudul :

PEMANFAATAN LIMBAH ABU KETEL *(ASH BOILER)* UNTUK DINDING RUMAH RAMAH LINGKUNGAN

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non Ekslusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara ***fulltext*** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 6 Agustus 2019

Penulis

(AHMAD SHOFI)

ABSTRAK

PEMANFAATAN LIMBAH ABU KETEL *(ASH BOILER)* UNTUK DINDING RUMAH RAMAH LINGKUNGAN

Jumlah abu ketel yang dihasilkan PG. Kremboong, Sidoarjo sebesar 18 m^3/hari atau setara dengan 115,38 kwintal/hari. Limbah abu ketel yang dimanfaatkan sebagai pengganti semen dapat mengurangi pencemaran lingkungan dan pengurangan emisi gas rumah kaca seperti CO_2 yang dihasilkan industri semen. Abu ketel memiliki kandungan SiO_2 tinggi sehingga abu ketel diharapakan mampu meningkatkan mutu campuran mortar. Komposisi mortar menggunakan perbandingan 1:4 yang mensubstitusi semen dengan abu ketel. Tujuan penelitian ini untuk mengganti semen dalam pembuatan mortar, dengan variasi 0%, 5%, 15% dan 25%. Hasil uji kuat tekan mortar yang optimal adalah pada campuran 5% abu ketel karena setara dengan mortar tanpa abu ketel. Mortar tanpa abu ketel rata-rata nilai kuat tekannya adalah 84,73 kg/cm^2 dan mortar dengan campuran 5% rata-rata nilai kuat tekannya adalah 81,50 kg/cm^2. Penyerapan air paling rendah terdapat pada variasi campuran 5% dengan hasil rata-rata perendaman 10,5 menit 12,36% dan 24 jam 14,04%. Abu ketel bersifat pozzolan yang memiliki kandungan silika tinggi, silika berperan sebagai pengisi dan perekat ketika bereaksi dengan semen dan membentuk mortar. Biaya Produksi pembuatan bata tanpa menggunakan campuran abu ketel yaitu Rp. 6.160 dan harga per m^2 Rp. 154.000. Untuk yang menggunakan campuran 5% abu ketel biaya produksi bata per m^2 adalah Rp. 150.575 dan campuran 15%, Rp. 143.750. Kualitas bata termasuk pada Mutu Tingkat II bata beton pejal.

Kata kunci : daya serap, kuat tekan, limbah abu ketel, mortar, produksi bata

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

ABSTRAC

UTILIZATION OF ASH BOILER FOR ENVIRONMENTALLY FRIENDLY

The amount of boiler ash produced by PG. Kremboong, Sidoarjo is 18 m^3/day or equivalent to 115,38 kw/day. Boiler ash waste used as cement can be used to liquefy environmental pollution and greenhouse gas emissions such as CO_2 produced by the cement industry. Boiler ash has a high SiO_2 content so that it is expected that the ash can improve the quality of the mortar mixture. Mortar composition using 1 : 4 cement which substitutes cement whit boiler ash. The purpose of this study is to replace cement in the manufacture of mortar, with variations of 0%, 5%, 15% and 25%. The optimal mortar compressive strength test results are on a mixture of 5% boiler ash because it is equivalent to a mortar without boiler ash. Mortar without boiler ash the average compressive strength value is 84.73 kg/cm^2 and mortar with a mixture of 5% the average compressive strength value is 81.50 kg/cm^2.The lowest water absorption is in the variation of 5% mixture with the results of an average immersion of 10,5 minutes 12,36% and 24 hours 14,04%. Pozzolanic kettle ash which has high silica content, silica acts as a filler and adhesive when reacting with cement and forming mortar. Production costs for making bricks without using kettle ash mixture which is Rp. 6,160 and the price per m^2 of Rp. 154,000. For those who use a mixture of 5% ash boiler the cost of producing brick per m^2 is Rp. 150,575 and a mixture of 15%, Rp. 143,750. The quality of bricks is included in the Quality Level II solid concrete brick.

Keywords : absorption, comressive strength, boiler ash waste, mortar, brick production

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR ISI

Halaman Judul i

Lembar Persetujuan Pembimbing ii

Lembar Pengesahan iii

Halaman Pernyataan Keaslian iv

Pedoman Transliterasi v

Halaman Motto vi

Halaman Persembahan vii

Kata Pengantar viii

Abstrak x

Daftar Isi xii

Daftar Tabel xv

Daftar Gambar xvi

Daftar Lampiran xviii

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 4

1.3 Tujuan Penelitian 4

1.4 Manfaat Penelitian 4

1.5 Batasan Masalah 5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 6

2.1 Pengertian Abu Ketel *(Ash Boiler)* 6

2.2 Mortar 7

2.2.1 Sifat - Sifat Mortar 9

2.2.2 Kuat Tekan Mortar 9

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2.2.3 Tipe - Tipe Mortar 10
2.2.4 Daya Serap Air Mortar 12
2.3 Bahan Campuran Material Uji 12
2.3.1 Semen 12
2.3.2 Pasir atau Agregat Halus 14
2.3.3 Air 17
2.3.4 Abu Ketel *(Ash Boile*r) 18
2.4 Penelitian Terdahulu 21
BAB III METODE PENELITIAN 25
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian 25
3.2 Tahapan Penelitian 25
3.2.1 Pemilihan Metode 25
3.2.2 Kerangka Penelitian 26
3.2.3 Metode Pengujian 27
3.2.4 Material 27
3.2.5 Peralatan 30
3.2.6 Pelaksanaan Penelitian 35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 39
4.1 Hasil Penelitian 39
4.1.1 Analisis Uji Kuat Tekan Mortar 39
4.1.2 Analisis Uji Daya Serap Air Mortar 50
4.2 Rencana Anggaran Biaya Produksi 52
4.2.1 Produk Bata Tanpa Abu Ketel *(Ash Boiler)* 52
4.2.2 Produk Bata Campuran 5% 53
4.2.3 Produk Bata Campuran 15% 54
BAB V PENUTUP 56

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

5.1 Kesimpulan 56

5.2 Saran 57

DAFTAR PUSTAKA 58

LAMPIRAN

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Syarat-Syarat Fisis Bata Beton 10

Tabel 2.2 Komposi Kimia Semen Portland dan Abu Ketel..... 19

Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu..... 21

Tabel 3.1 Komposisi Campuran Mortar 30

Tabel 3.2 Ukuran Saringan Pada Penelitian Agregat Halus 31

Tabel 3.3 Pengujian Kuat Tekan Mortar 36

Tabel 3.4 Pengujian Daya Serap Air 37

Tabel 4.1 Kuat Tekan Mortar 0%..... 41

Tabel 4.2 Kuat Tekan Mortar 5%..... 42

Tabel 4.3 Kuat Tekan Mortar 15%..... 43

Tabel 4.4 Kuat Tekan Mortar 25%..... 44

Tabel 4.5 Unsur Kimia Semen dan Abu Ketel *(Ash Boiler)*..... 48

Tabel 4.6 Daya Serap Air Mortar Lama Perendaman 10,5 Menit..... 50

Tabel 4.7 Daya Serap Air Mortar Lama Perendaman 24 Jam..... 51

Tabel 4.8 Harga Produk Bata Beton Pejal..... 55

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pasir Merah/ Jebrod 15
Gambar 2.2 Pasir Elod 15
Gambar 2.3 Pasir Pasang 16
Gambar 2.4 Pasir Beton 16
Gambar 2.5 Pasir Sungai 17
Gambar 2.6 Hubungan Antara Perlakuan Kadar Abu dan Nilai Kuat Tekan 20
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian 26
Gambar 3.2 Kerangka Konsep 27
Gambar 3.3 Semen Gresik 28
Gambar 3.4 Pasir Lumajang 28
Gambar 3.5 Air Bersih 29
Gambar 3.6 Abu Ketel 29
Gambar 3.7 Neraca/ Timbangan 30
Gambar 3.8 Saringan /Ayakan 31
Gambar 3.9 Oven 31
Gambar 3.10 Baskom 32
Gambar 3.11 Cetakan Kubus (MOL) 32
Gambar 3.12 Cetok / Sekop 33
Gambar 3.13 Ember 33
Gambar 3.14 Gelas Ukur 34
Gambar 3.15 *Compressing Testing Machine* (CTM) 34
Gambar 3.16 Mesin Pengaduk 35
Gambar 4.1 Mortar 0% 40
Gambar 4.2 Mortar 5% 40

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Gambar 4.3 Mortar 15% 40
Gambar 4.4 Mortar 25% 40
Gambar 4.5 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar 45
Gambar 4.6 Bata Beton Pejal 47
Gambar 4.7 Bata Beton Berlobang 47
Gambar 4.8 Reaksi Hidrasi Semen Portland 49
Gambar 4.9 Grafik Hasil Pengujian Daya Serap Air Mortar 51

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Rencana Anggaran Biaya Produk Bata I-1

Lampiran 2 Dokumentasi Penelitian Kuat Tekan Mortar..... II-1

Lampiran 3 Dokumentasi Penelitian Daya Serap Air Mortar..... III-1

Lampiran 4 Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar.....IV-1

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri gula adalah salah satu industri yang menyokong kebutuhan bahan pokok masyarakat Indonesia. Sebagian besar bahan baku utama penghasil gula kristal merupakan gula yang berasal dari tanaman tebu. Peningkatan industri gula memberi dampak tersendiri pada permasalahan limbah industri gula. Limbah yang dihasilkan dari industri gula dapat berupa limbah cair, padat dan gas. Limbah cair dapat berupa air buangan pabrik, kondensasi uap nira dan tetes tebu. Untuk limbah padat berupa ampas, blotong dan abu. Sedangkan limbah gas berupa asap cerobong dan pembakaran batu kapur. Adanya limbah yang dihasilkan pada industri gula ini perlu dilakukan penanganan yang cepat dan tepat, karena tidak menutup kemungkinan apabila tidak ditangani dengan benar, limbah-limbah ini akan berdampak negatif terhadap lingkungan. Pemanfaatan dan penggunaan kembali limbah padat proses produksi gula masih belum tertangani secara optimal, sedangkan ketersediaan limbah padat tersebut terus bertambah seiring dengan berjalannya proses produksi. Limbah padat yang secara berkelanjutan terus bertambah seiring dengan proses produksi adalah abu ketel *(ash boiler)* (Hutasoit. 2011).

Abu ketel *(ash boiler)* adalah limbah yang dihasilkan oleh pembakaran ampas tebu pada boiler secara kimiawi. Ampas tebu digunakan sebagai bahan bakar untuk memanaskan boiler dengan temperatur mencapai 550 - 600°C dan setiap pembakaran 4 - 8 jam dilakukan pengangkutan atau pengeluaran abu dari dalam *boiler*, jika dibiarkan tanpa dibersihkan akan terjadi penumpukan yang akan mengganggu proses pembakaran ampas tebu berikutnya. Abu ketel *(ash boiler* dan ampas tebu memiliki perbedaan dalam stuktur fisiknya, oleh karena itu pengelolaan dan pemanfaatannya juga terbatas. Pada Pabrik Gula Kremboong kapasitas penggilingannya adalah 2700 ton/hari. Produksi gula yang cukup tinggi juga berdampak pada limbah pabrik yang dihasilkan. Limbah abu yang dihasilkan setiap harinya tidak kurang dari 115 kwintal, karena sekitar 30 – 40 % ampas tebu dihasilkan dari berat tebu yang digiling. Pengelolaan Limbah padat abu ketel

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

meliputi pewadahan, pengangkutan dan jumlah timbulan yang dihasilkan. Namun, untuk penanganannya belum terkelola dengan baik sehingga menyebabkan masih banyaknya limbah tersisa dan menumpuk di area internal pabrik.

Hal tersebut menyebabkan terjadinya masalah cukup penting untuk diatasi. Selain itu, Abu ketel merupakan limbah dari pabrik gula yang dapat membuat pencemaran lingkungan terutama pada masyarakat sekitar pabrik. Pencemaran yang ditimbulkan oleh limbah tersebut dapat berdampak negatif jika tidak dikelola dengan baik. Salah satu yang dilakukan oleh Pabrik Gula Kremboong dalam penanganan limbah abu ketel ini adalah pengelolaannya dikelola oleh pihak ke tiga. Menurut perhitungan yang dilakukan, bahwa jumlah abu ketel yang dihasilkan PG. Kremboong adalah 18 m^3/hari atau setara dengan 115,38 kwintal/hari. (Data Primer, 2018).

Abu ketel *(ash boiler)* merupakan sisa pembakaran dari ampas tebu yang telah dijadikan sebagai bahan bakar stasiun boiler dan limbah dengan tingkat kepekatan tinggi dan dapat menyebabkan gangguan pernafasan dan iritasi apabila terhirup atau masuk kedalam mata. Pemanfaatan limbah abu ketel *(ash boiler)* untuk dinding rumah yang ramah lingkungan merupakan alternatif pengganti material semen dalam penggunaan yang cukup tinggi. Berdasarkan penelitian dari Balai Riset dan Standarisasi Industri Kota Manado, abu ketel memiliki kandungan silikat sebesar 68,5% dan memiliki sifat pozzolan. (Ronny. 2015).

Pozzolan merupakan bahan material yang memiliki silika alumumina dan bersifat semen. Material pozzolan dapat bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida dan membentuk senyawa semen. (ASTM C 125-07. 2007 dalam jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan 2014).

Dengan ukuran butiran yang halus dan kandungan silikat tinggi maka limbah abu ketel *(ash boiler)* bisa digunakan menjadi bahan pengganti dari semen dan sebagai campuran pembuatan bata. Pemanfaatan limbah abu ketel dapat mengurangi pencemaran lingkungan dan dapat memperkecil emisi gas rumah kaca khususnya CO_2 akibat dari produksi semen. Pemilihan abu ketel *(ash boiler)* menjadi bahan alternatif pengganti semen ditinjau dari segi ekonomi yang lebih murah dan cukup mudah didapatkan karena setiap masa giling pabrik gula selalu menghasilkan abu ketel. Sisa pembakaran ini sekitar (± 9000 ton abu ketel tidak

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dimanfaatkan dan terbuang) setiap tahunnya. Abu ketel ini memiliki kandungan silika yang cukup tinggi, dan diharapkan dapat meningkatkan mutu campuran mortar karena merupakan pengikat agregat yang baik.

Material yang telah berumur 7 hari, 14 hari dan 28 hari akan melalui pengujian kuat tekan untuk mengetahui berapa persen abu ketel yang optimal sebagai campuran pengganti semen, dan pengujian daya serap air terhadap sampel material.

Pengujian kuat tekan adalah cara untuk mengetahui nilai kekuatan pada benda uji yang menjadi acuan dari suatu penggunaan bahan. Selain untuk mendapatkan nilai kuat tekan mortar pada umur tertentu, pengujian ini juga termasuk syarat menurut tingkat mutunya. Bata beton pejal dan bata beton berlobang merupakan jenis unsur bangunan berbentuk bata yang dibuat dari bahan utama semen, pasir, air dan agregat tambahan. Biaya produksi dari bata beton murni yang memakai standar campuran pasir dan semen, tentu memerlukan biaya tinggi untuk mempertahankan kualitas produk. Penggunaan limbah yang dapat menjadi pengganti dari material utama bata beton merupakan alternatif pilihan ketika bahan baku utama semen sulit didapatkan. Semen adalah material sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui, penggunaan yang tinggi akan menyebabkan ketidakstabilan alam. Penggunaan limbah sebagai bahan alternatif adalah suatu tindakan yang tepat jika hal ini terus dikembangkan dan dikelola dengan baik, agar segala sesuatu yang terbuang yang tidak ternilai dapat di pergunakan kembali dengan tidak mengurangi manfaat bagi kehidupan.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Berapa kuat tekan mortar yang dihasilkan pada penambahan abu ketel dengan variasi 0%, 5%, 15%, 25% ?
2. Berapa daya serap air mortar dengan penambahan abu ketel pada variasi 0%, 5%, 15%, 25% ?
3. Berapa persentase campuran abu ketel *(ash boiler)* yang optimal menjadi mortar ?
4. Berapa RAB (Rencana Anggaran Biaya) produksi pada pembuatan bata dinding rumah ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini yaitu antara lain:

1. Mengetahui kuat tekan mortar pada masing-masing variasi abu ketel *(ash boiler)*
2. Mengetahui daya serap air pada masing-masing variasi abu ketel *(ash boiler)*
3. Mengetahui berapa persen limbah abu ketel *(ash boiler)* yang optimal pada campuran mortar.
4. Mengetahui biaya produksi pembuatan bata dinding rumah.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat kegiatan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Akademisi
   a. Menambah pengetahuan dan wawasan tentang limbah abu ketel sebagai material alternatif.
   b. Merupakan kesempatan bagi mahasiswa untuk mengembangkan kemampuan dan keahlian yang telah dipelajari.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

c. Mengembangkan produk penelitian untuk kemajuan dan terobosan baru terhadap pengurangan penggunaan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui.

2. Instansi

   Memberikan masukan dalam upaya peningkatan kinerja pada pemanfaatan limbah padat abu ketel sisa hasil produksi di PTPN X PG Kremboong, Sidoarjo.

3. Masyarakat

   Menjadi bahan bagunan alternatif ramah lingkungan

1.5 Batasan Masalah

Batasan pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Material yang digunakan yaitu abu ketel *(ash boiler)* dari PG. Kremboong, Sidoarjo.
2. Agregat halus yang digunakan yaitu pasir lumajang.
3. Semen yang digunakan adalah semen portland merek Semen Gresik
4. Air yang digunakan adalah air bersih yang tidak tercemar.
5. Perbandingan semen, pasir dan air untuk mortar yang memenuhi syarat menurut SNI 6825-2002 adalah 1:4
6. Benda uji yang dipakai berbentuk kubus dengan panjang sisi 5 cm.
7. Pengujian yang dilakukan adalah uji kuat tekan mortar dan daya serap air di Laboratorium Pengujian Bahan Jalan (BBPJN VIII) Kementerian PUPR Wilayah Jawa Timur, Jalan Raya Waru Nomor 29, Sidoarjo.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Abu Ketel *(Ash Boiler)*

Abu ketel *(ash boiler)* merupakan limbah padat hasil pembakaran ampas tebu dalam Stasiun Ketel di Pabrik Gula. Limbah abu ketel saat ini pemanfaatannya hanya sebatas menjadi bahan urugan jalan. (Paramita. 2002) dan sisanya dibuang sebagai limbah padat tanpa pengolahan. Ketel menjadi sumber tenaga pada bahan bakar dalam pembakaran ketel ini akan menghasilkan abu ketel *(ash boiler).* Abu ini biasanya dibuang oleh pabrik gula atau digunakan sebagai pengurukan tanah. Abu ketel *(ash boiler)* adalah abu yang telah mengalami proses penggilingan dari kerak pada proses pembakaran ampas pada suhu tertentu. Namun selama ini, pemanfaatan limbah ini hanya sebagai penguruk jalan. Abu ketel *(ash boiler)* merupakan biomassa dengan kandungan silika (SiO_2) yang potensial dimanfaatkan. Pada proses pembuatan gula dari tebu yang dihasilkan, sejumlah limbah dalam bentuk limbah padat, blotong (filter mud), abu ketel (ash boiler), ampas tebu (bagasse) dan limbah cair, tetes (molasses). Ampas tebu yang digunakan sebagai bahan bakar boiler dan mengeluarkan sisa pembakaran berupa abu ketel. Ampas dipakai sebagai bahan bakar boiler di pabrik. (Subroto. 2006)

Pada penelitian ini mengacu pada ayat Al-Qur’an Surat Shad ayat 27 dengan terjemahan arti sebagai berikut :

وَمَا خَلَقْنَا السَّمَاءَ وَالْأَرْضَ وَمَا بَيْنَهُمَا بَاطِلًا ۚ ذَٰلِكَ ظَنُّ الَّذِينَ كَفَرُوا ۚ

فَوَيْلٌ لِلَّذِينَ كَفَرُوا مِنَ النَّارِ

“Dan kami tidak menciptakan langit dan bumi, dan apa yang ada diantara keduanya tanpa hikmah. Yang demikian itu adalah anggapan orang-orang kafir, maka celakalah orang-orang kafir itu karena mereka akan masuk neraka.”(Q.S Shad : 27)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Hubungan antara ayat diatas dengan bidang limbah padat adalah mengenai tentang manfaat. Bahwa seluruh yang diciptakan di bumi maupun di langit bukan tanpa sebab, melainkan ada hikmah yang harus kita ambil dan terus selalu berikhtiar dengan menggali potensi alam maupun yang telah terambil manfaat utamanya sebagai alternatif atau terobosan baru dan tetap mengedepankan tujuan dalam menjaga lingkungan agar tetap stabil. Pada umumnya alam selalu memberikan segala hal yang dapat membantu kehidupan sehari-hari. Salah satunya, tanaman tebu. Tebu merupakan komoditas tanaman yang menjadi salah satu bahan pokok. Gula yang dihasilkan adalah manfaat utama pada tanaman tersebut. Namun ada limbah yang dihasilkan, dan belum termanfaatkan secara baik. Dalam hal ini, pemanfaatan limbah padat dari hasil buangan produksi gula menjadi material dinding rumah merupakan cara untuk mengurangi jumlah pemakaian sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui dengan menggunakan bahan alternatif pengganti yang ramah lingkungan.

Ada keterkaitan antara bahan baku, energi, produk yang dihasilkan dan limbah dari sebuah proses industri, ataupun aktivitas manusia sehari-hari. Dengan mengenal keterkaitan tersebut, maka akan lebih mudah mengenal bagaimana limbah terbentuk dan bagaimana usaha penanggulangannya. Banyak cara untuk mengidentifikasi limbah, dengan tujuan untuk mengevaluasi operasional produksi yang mungkin ditimbulkan dan mengevaluasi cara penanganannya. Salah satu cara yang dapat digunakan adalah memanfaatkan informasi tentang bagaimana bahan baku ditransformasikan menjadi sebuah produk.

2.2 Mortar

Mortar atau spesi merupakan bahan bangunan yang terdiri dari agregat halus, bahan perekat dan air yang diaduk secara bersamaan untuk mendapatkan adonan dengan kelecakan yang cukup baik. Tjokrodimulyo (2012) membagi mortar berdasarkan jenis dengan membedakan bahan pengikatnya, antara lain mortar lumpur, mortar kapur, mortar semen dan mortar khusus.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

A. Mortar Lumpur

Mortar lumpur, mortar ini terdiri dari campuran air, tanah liat atau lumpur dan agregat halus. Komposisi yang digunakan untuk memperoleh campuran yang baik dengan tidak menambahkan pasir terlalu sedikit, karena akan menghasilkan mortar yang mengeras dan terjadi keretakan akibat penyusutan pada pengeringan. Pasir yang terlalu banyak juga dapat menyebabkan adukan kurang maksimal dan melekat dengan baik. Pada mortar lumpur ini sering digunakan untuk dinding tembok dan bahan tungku api di pedesaan.

.

B. Mortar Kapur

Mortar kapur, mortar ini terdiri dari campuran pasir, kapur, semen nerah dan air. Komposisi campuran kapur dengan pasir disatukan terlebih dahulu sebelum menambahkan air. Air diberikan secukupnya untuk mendapatkan adukan yang baik. Pada proses pelekatan, kapur mengalami penyusutan dan bertambahnya penggunaan pasir. Mortar jenis ini sering digunakan untuk perekat pada pasangan bata merah dan dinding tembok.

C. Mortar Semen

Mortar semen, mortar ini terdiri dari campuran air, semen portland dan agregat halus pada perbandingan 1: 2 sampai dengan perbandingan 1: 8. Mortar semen berukuran lebih besar dari mortar lumpur dan mortar kapur. Mortar semen digunakan untuk tembok, pilar, kolom dan bagian bangunan lain yang dapat menahan beban. Mortar ini lebih kedap air dibandingkan mortar yang lain, dengan begitu mortar jenis ini aman terkena air.

D. Mortar Khusus

Mortar khusus, terdiri dari campuran yang sama dengan menambahkan bahan khusus untuk memperoleh hasil tertentu. Penambahan dapat diperoleh dengan menggunakan serbuk gergaji, kaca dan sebagainya. Mortar ini sering digunakan sebagai tungku api dan yang lainnya. (Tjokrodimulyo. 2012)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2.2.1 Sifat-Sifat Mortar

Berdasarkan penelitian dari Tjokrodimulyo, K (2012), mortar dengan kualitas baik harus memiliki sifat-sifat sebagai berikut :

a) Murah
b) Tahan lama
c) Mudah dikerjakan (diaduk, diangkat, dipasang dan diratakan)
d) Melekat dengan baik pada bata, batu dan sebagainya
e) Cepat kering dan mengeras
f) Tahan terhadap rembesan air
g) Tidak ada retakan setelah dipasang

Mortar dengan kondisi bangunan tertentu menyesuaikan pada tingkat pemakaian dan memenuhi mutu. Contoh pada bangunan gedung bertingkat disesuaikan dengan minimal kuat tekannya 3,0 MPa untuk menjaga agar bangunan tetap kokoh.

2.2.2 Kuat Tekan Mortar

Kemampuan pasta semen mortar yang dapat menerima gaya tekan persatuan luas disebut kekuatan tekan pada mortar, kekuatan pasta atau (adukan) ditentukan oleh komposisi campuran semen air dan agregat halus. Faktor yang mempengaruhi nilai kuat tekan mortar yaitu air, semen, jumlah semen, umur mortar dan sifat agregat halus. Kuat tekan mortar dapat meningkat seiring dengan bertambahnya umur mortar dari 3 hari sampai dengan 28 hari. (Asia. 2014).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel. 2.1 Syarat- Syarat Fisis Bata Beton

Syarat Fisis	Satuan	Tingkat Mutu Bata Beton Pejal				Tingkat Mutu Bata Beton Berlobang			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
1. Kuat tekan bruto* rata-rata min.	Kg/cm^2	100	70	40	25	70	50	35	20
2. Kuat Tekan bruto masing-masing benda uji min.	Kg/cm^2	90	65	35	21	65	45	30	17
3. Penyerapan air rata-rata maks.	%	25	35	-	-	25	35	-	-

Sumber : SNI 03-0349-1989

Standar bata beton pejal maupun berlobang pada SNI 03-0349-1989 menunjukkan adanya penggolongan tingkat mutu 1 sampai dengan IV, begitu juga dengan bata beton berlobang memiliki tingkat mutu 1 sampai dengan IV.

2.2.3 Tipe-Tipe Mortar

Berdasarkan pada ASTM C270, *standard Spesification for Mortar for Unit Masonry*, mortar dibedakan dengan 5 tipe, antara lain :

A. Mortar Tipe M

Mortar dengan tipe M terdiri dari campuran dengan kuat tekan tinggi yang digunakan pada pasangan bertulang atau tidak bertulang dan memiliki beban tekan besar. Mortar tipe ini mempunyai kuat tekan 17,2 MPa.

B. Mortar Tipe S

Mortar dengan tipe S digunakan pada struktur yang memiliki beban normal, namun kuat lekat lentur yang diperlukan untuk menahan dari tekanan tanah, angin dan beban. Mortar tipe ini kaut dan tahan lama. Karena keawetannya, sering digunakan pada struktur bawah tanah dan yang berhubungan dengan tanah, seperti pondasi dan sebagainya. Mortar tipe S ini mempunyai kekuatan 12,5 Mpa, yang dibuat dengan menggunakan semen pasangan atau kapur semen.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

C. Mortar Tipe N

Mortar tipe N adalah mortar yang umum di gunakan untuk pekerjaan kontruksi diatas tanah. Mortar tipe ini digunakan untuk penahan beban dalan pondasi dalam maupun luar. Mortar dengan kekuatan 5,2 MPa ini menggunakan semen pasangan tipe N atau kapur semen dengan memberikan kesesuaian antara kuat tekan dan kuat lentur. Workkabilitas dari segi ekonomi yang digunakan untuk kontruksi pasangan

D. Mortar Tipe O

Mortar tipe O ini adalah mortar dengan kandungan kapur tinggi dan memiliki kuat tekan mortar rendah. Mortar tipe ini digunakan untuk dinding interior dalam ruangan yang tidak menahan beban struktur. Mortar ini mempunyai nilai kuat tekan 2,4 MPa dengan menggunakan semen pasangan tipe N kapur semen. Mortar ini termasuk banyak digunakan karena biayanya yang ekonomis.

E. Mortar Tipe K

Mortar tipe K yang memiliki kuat tekan dengan sangat rendah. Mortar ini jarang digunakan pada kontruksi bangunan dalam dan luar karena tingkat kekuatannya yang sangat rendah. Mortar ini digunakan hanya untuk bangunan lama yang menggunakan mortar kapur sesuai dengan ASTM C270.

Mortar sebagai bahan pengikat harus mempunyai konsistensi terhadap kekentalan standar. Mortar yang digunakan merupakan mortar dengan standar yang telah ditentukan dan memiliki kriteria khusus untuk kontruksi yang di inginkan. Mortar dapat berupa struktur maupun non struktur dalam pasangan dinding atau bata. Mortar yang memenuhi ketentuan spesifikasi proprosi harus terdiri dari bahan bersifat semen, agregat, dan air yang seluruhnya harus memenuhi persyaratan, kecuali dinyatakan lain, baik mortar semen-kapur atau mortar semen pasangan dapat digunakan. Bila dipersyaratkan jenis mortar yang kekuatannya lebih rendah, maka mortar dengan kekuatan lebih tinggi tidak boleh digunakan sebagai pengganti tanpa diketahui sifatnya.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Sifat- sifat mortar yag disiapkan di laboratorium dengan jumlah pencampur serta bahan yang digunakan untuk memberikan kelecakan dalam kurun waktu 5 menit. Jumlah ini tidak cukup jika digunakan untuk keperluan yang besar. Mortar harus melalui penyesuaian dan perlakuan khusus terhadap bahan yang digunakan. Spesifikasi dimaksudkan untuk memberikan gambaran perkiraan besar kelecakan dan sifat-sifat mortar agar penyerapan air ketika pekerjaan di lapangan setelah digunakan terpenuhi. (SNI 03-6882-2002).

2.2.4 Daya Serap Air Mortar

Daya serap merupakan persentase berat air yang mampu di serap oleh agregat. Serapan air yang mampu diserap jika direndam dalam air selama kurun waktu 24 jam, pori-pori dalam agregat dapat menyerap air tersebut. Pada setiap agregat memiliki tingkat penyerapan yang berbeda, beberapa agregat terbuka terhadap permukaan butiran, dan beberapa lainnya tetutup atau kedap air. Sekitar 0% sampai 20% agregat yang memiliki volume tertutup dari voleme pada setiap butirnya.

Menurut Tjokrodimulyo, K (2012) bahwa, dalam adukan (adonan) beton (mortar, air dan semen) yang membentuk pasta maka disebut pasta semen. Pasta semen tersebut memiliki sifat sebagai perekat dan oengikat dalam proses pengerasan. Sehingga, butiran agregat yang terikat pada mortar tersebut menjadi kuat dan padat.

2.3 Bahan Campuran Material Uji

2.3.1 Semen

Semen merupakan bahan yang mempunyai sifat pengikat, menurut Standar Industri Indonesia, SII-0013-1981, definisi semen portland yaitu semen hidraulis yang dihasilkan dengan menghaluskan klinker yang di dalamnya terdiri dari silikat, kalsium yang bersifat hidraulis yaitu gypsum. Semen terdapat dua macam, hidarulis dan non hidraulis. Perbedaan keduanya terletak pada kestabilan penerasan ketika berada di dalam air. Semen hidraulis dan non hidraulis, keduanya merupakan bersifat perekat. Bahan- bahan tersebut dibakar dengan suhu 1550^0C dan menjadi klinker, kemudian di dinginkan dan selanjutnya dihaluskan menjadi bubuk. Campuran selanjutnya dengan menambahkan kalsium sulfat

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

($CaSO_4$) sebanyak 2-4% digunakan sebagai pengontrol waktu ikat. Unsur yang terdapat pada semen terdiri dari 4 unsur yaitu :

1. CaO SiO_2 Tricalsium Silikat C_3S
2. 2CaO SiO_2 Dicalsium Silikat C_2S
3. 3CaO Al_2O_3 Tricalsium Aluminat C_3A
4. $Al_2O_3Fe_2O_3$ Tetracalsium Aluminoferit C_4AF

Berbagai macam semen dapat dirubah kadar masing-masing komponennya untuk menentukan tipe semen. Untuk menentukan semen dengan komposisi berbagai tipe antara lain :

1) Semen Tipe I yaitu semen portland untuk tujuan umum yang digunakan hampir pada seluruh jenis kontruksi.
2) Semen tipe II yaitu semen portland yang pengunaannya memerlukan ketahanan sulfat dan panas hidrasi sedang. Untuk mencegah kontaminasi sulfat, pada semen tipe ini senyawa C_3A harus dikurangi. Semen tipe ini digunakan pada kontruksi bangunan yang berhubungan dengan saluran – saluran air buangan.
3) Semen tipe III yaitu semen portland yang kekuatannya tinggi. Semen tipe ini sering digunakan pada pembangunan pembuatan beton pra cetak, untuk perbaikan pavment dan digunakan pada pembetoanan di daerah cuaca ekstrim.
4) Semen tipe IV yaitu semen portland dengan tingkat hidrasi rendah dan sering digunakan pada kontruksi DAM, basement, serta pembetonan di daerah yang memiliki cuaca panas terik matahari.
5) Semen tipe V merupakan semen portland yang tahan dengan sulfat, digunakan di daerah yang memiliki kandungan sulfat tinggi (Antoni. 2007).

Selain berbagai tipe semen yang telah disebutkan diatas, semen yang banyak beredar di masyarakat adalah jenis PCC *(Portlad Composite Cement).* Jenis semen ini merupakan semen dengan bahan pengikat hidrolis hasil penggilingan bersama antara terak semen dan gips serta bahan anorganik. Bahan-bahan anorganik tersebut yaitu pozzolan, senyawa silika, batu kapur dengan kadar total 6% sampai 35%. (SNI 15-7064-2004).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2.3.2 Pasir atau Agregat Halus

Pasir adalah contoh bahan material yang berbentuk butiran. Butiran pada pasir, umumnya berukuran antara 0,0625 sampai 2 mm. Materi pembentuk pasir adalah silikon dioksida, tetapi di beberapa pantai tropis dan subtropis umumnya dibentuk dari batu kapur. Hanya beberapa tanaman yang dapat tumbuh di atas pasir, karena pasir memiliki rongga-rongga yang cukup besar. Pasir memiliki warna sesuai dengan asal pembentukannya dan pasir merupakan komponen penting untuk bahan material bangunan bila dicampurkan dengan perekat Semen. (Wiyono. 2010)

A. Syarat Pasir

Adapun persyaratan pasir yang memenuhi kualifikasi yaitu antara lain :

1. Pasir beton dalam keadaan bersih, jika diuji dengan larutan khusus, endapan pasir yang kelihatan tidak kurang dari 70%.
2. Pasir lolos saringan 0,063 mm (kadar lumpur) dan tidak boleh melebihi dari 5% berat pasir.
3. Pasir tidak boleh mengandung zat-zat organik, karena dapat mengurangi mutu beton saat tercampur pada adukan.
4. Pada beton, tingkat keawetan yang tinggi dengan menggunakan reaksi pasir terhadap alkali harus negatif.

B. Fungsi Pasir

Beberapa fungsi dari pasir antara lain :

1. Sebagai bahan material untuk pasir urug, yaitu pasar urug bawah pondasi, pasir urug bawah lantai, dan sebagai pasangan paving block.
2. Sebagai material mortar yang digunakan untuk lantai kerja, pasangan keramik lantai dan keramik dinding, serta pasangan batu alam dan pelesteran dinding.
3. Material campuran sebagai pasir coruntuk digunakan campuran beton bertulang maupun tidak bertulang dan sebagainya.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

C. Jenis-jenis Pasir

Berikut ini adalah 5 jenis pasir menurut tingkat kualitasnya :

1) Pasir merah atau suka disebut Pasir Jebrod kalau di daerah Sukabumi atau Cianjur karena pasirnya diambil dari daerah Jebrod Cianjur. Pasir Jebrod biasanya digunakan untuk bahan Cor karena memiliki ciri lebih kasar dan batuannya agak lebih besar.

Gambar 2.1 Pasir Merah / Jebrod

Sumber: Litbang PU. 2018

2) Pasir Elod yang memiliki ciri apabila dikepal dia akan menggumpal dan tidak akan puyar kembali. Pasir ini masih ada campuran tanahnya dan warnanya hitam. Jenis pasir ini tidak bagus untuk bangunan. Pasir ini biasanya hanya untuk campuran pasir beton agar bisa digunakan untuk plesteran dinding, atau untuk campuran pembuatan batako.

Gambar 2.2 Pasir Elod

Sumber: Litbang PU. 2018

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3) Pasir Pasang yaitu pasir yang tidak jauh beda dengan pasir jenis elod lebih halus dari pasir beton. Ciri-cirinya apabila dikepal akan menggumpal dan tidak akan kembali ke semula. Pasir pasang biasanya digunakan untuk campuran pasir beton agar tidak terlalu kasar sehingga bisa dipakai untuk plesteran dinding.

Gambar 2.3 Pasir Pasang

Sumber: Litbang PU. 2018

4) Pasir Beton yaitu pasir yang warnanya hitam dan butirannya cukup halus, namun apabila dikepal dengan tangan tidak menggumpal dan akan puyar kembali. Pasir ini baik sekali untuk pengecoran, plesteran dinding, pondasi, pemasangan bata dan batu.

Gambar 2.4 Pasir Beton

Sumber: Litbang PU. 2018

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

5) Pasir Sungai adalah pasir yang diperoleh dari sungai yang merupakan hasil gigisan batu-batuan yang keras dan tajam, pasir jenis ini butirannya cukup baik (antara 0,063 mm – 5 mm) sehingga merupakan adukan yang baik untuk pekerjaan pasangan. Biasanya pasir ini hanya untuk bahan campuran saja .

Gambar 2.5 Pasir Sungai

Sumber: Litbang PU. 2018

Agregat halus merupakan pengisi yang berupa pasir. Agregat halus yang baik harus bebas bahan organik, lempung, partikel yang lebih kecil, atau bahan-bahan lain yang dapat merusak campuran. Variasi ukuran dalam suatu campuran harus mempunyai gradasi yang baik. Kekuatan mortar akan bertambah jika kandungan pori dalam mortar semakin kecil. Terjadi hubungan langsung antara kekuatan dengan kandungan pori dalam agregat. Semakin tinggi angka pori dalam agregat berarti semakin tinggi angka pori dalam mortar yang pada akhirnya akan menyebabkan turunnya kekuatan mortar (Mulyono, 2004).

2.3.3 Air

Air merupakan komponen penting dari campuran pasta dan mortar yang memegang salah satu faktor penting, karena air dapat bereaksi dengan semen, yang akan menjadi pasta pengikat agregat. Kualitas air mempengaruhi kekuatan pasta dan mortar, maka kemurnian dan kualitas air untuk campuran pasta dan mortar perlu mendapat perhatian.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Air tawar adalah air dengan kadar garam dibawah 0,5 ppt. Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Kualitas Air dan Pengendalian Kualitas Pencemaran, Bab I Ketentuan Umum pasal 1, menyatakan bahwa, air tawar adalah semua air yang terdapat diatas dan dibawah permukaan tanah, kecuali air laut dan air fosil, sedangkan menurut Undang - Undang Republik Indonesia No.7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air (Bab I, Pasal I), butir 2 menyebutkan bahwa, air adalah semua air yang terdapat pada di atas ataupun dibawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini air permukaan, air tanah, air hujan, dan air laut yang berada di darat. Butir 3 menyebutkan, air tanah adalah air yang terdapat dalam lapisan dibawah permukaan tanah.

Air untuk pembuatan dan air pada perawatan mortar (curing) tidak boleh sampai mengandung minyak ataupun zat-zat lainnya. Menurut Standar SK SNI S-04-1989-F (Spesifikasi Bahan Bangunan) Air sebagai bahan bangunan sebaiknya memenuhi syarat sebagai berikut:

1. Air harus dalam keadaan bersih
2. Air tidak mengandung lumpur, minyak dan benda melayang lainnya serta tidak boleh lebih dari 2 gram/liter
3. Air tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak (asam, zat organik dan sebagainya) serta tidak melebihi dari 15 gram/liter
4. Air tidak boleh mengandung Asam Klorida (Cl) dan senyawa sulfat melebihi dari 0,5 gram/liter.

Air yang mengandung kotoran akan mempengaruhi kualitas mortar. Pengaruh yang ditimbulkan diantaranya pada lama waktu adukan dan kekuatannya serta pada pengerasan mortar.kelebihan air yang dipakai sebagai pelumas.

2.3.4 Abu Ketel *(Ash Boiler)*

Abu ketel (*ash boiler*) yaitu limbah yang dihasilkan dari proses penggilingan tebu setelah diambil air niranya. Pada proses penggilingan tebu terdapat 3 kali proses penggilingan. Penggilingan tebu yang terakhir akan membawa ampas naik dan dipadatkan menjadi *pellet* (bahan bakar boiler). Ampas

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

tersebut akan di bakar dan sisa hasil produksinya menjadi abu ketel. Ampas tebu yang berlimpah tersebut akan diproduksi untuk menghasilkan listrik sebagai pemasok daya kedua setelah listrik dari PLN pada pabrik gula tersebut. (Prasetyo. 2009).

Ampas tebu mempunyai rapat total (bulk density) sekitar 0,125 gr/cm3, kandungan kelembaban (*moisture content*) sekitar 48%, menurut E.Hugot dalam bukunya HandBook of cane Sugar Engineering, nilai diatas diambil dari penelitian terhadap ampas tebu basah. Ampas tebu basah mempunyai kapasitas kalor dalam jumlah yang besar. (Hugot. 1960)

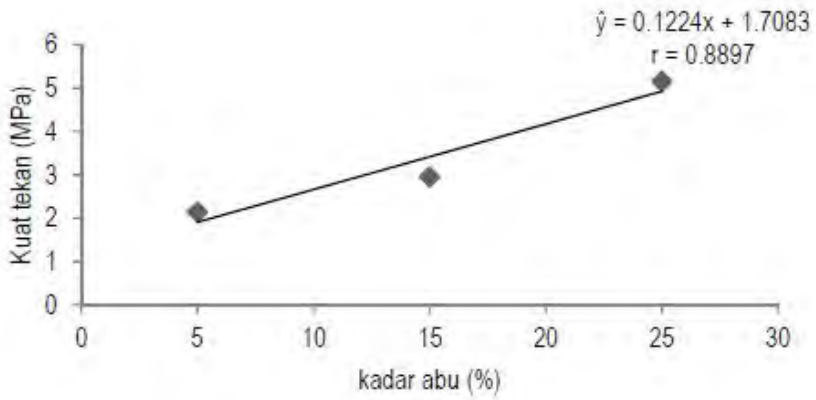
Tabel 2.2 Komposisi Kimia Semen Portland dan Abu Ketel

Komposisi Kimia (%)	**Semen Portland**	**Abu Ketel (*Ash Boiler)***
Silika (SiO_2)	20,9	55,0
Alumina (Al_2O_3)	4,7	5,1
Besi (Fe_2O_3)	3,4	4,1
Kapur (CaO)	65,4	11,0
Magnesia (MgO)	1,2	0,9
Alkali (K_2)+ Na_2O)	0,5	1,4
Sulfur (SO_3)	2,7	2,2
LOI	0,9	19,2

Sumber : Rattanashotinunt. 2013

Pada penelitian sebelumnya, komposisi dari semen portland dan abu ketel atau abu ampas tebu ini cukup bervariasi. Kandungan tertinggi untuk semen berada di kapur dengan jumlah 65,4, sedangkan kandungan tertinggi pada abu ampas tebu yaitu silika dengan jumlah 55,0 %. Hasil pembakaran ampas tebu akan berupa abu ketel yang bermanfaat untuk meningkatkan kekuatan mortar. Abu ketel termasuk kedalam bahan yang bersifat pozzolan karena mengandung silika tinggi.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 2.6 Hubungan Antara Perlakuan Kadar Abu Dan Nilai Kuat Tekan

(Sumber: Naibaho. 2015)

Berdasarkan Gambar 1 dapat disimpulkan bahwa semakin banyak kadar abu yang ditambahkan maka nilai kuat tekan akan semakin besar, karena kandungan abu ampas tebu terdapat silika (Si) yang bersifat mengikat. Kuat tekan suatu material didefinisikan sebagai kemampuan material dalam menahan beban atau gaya mekanis sampai terjadinya kegagalan *(failure).* Hal ini sesuai dengan literatur Wibowo dan Hatmoko (2001) yang menyatakan bahwa abu ampas tebu mengandung unsurunsur SiO_2, Al_2O_3 dan Fe_2O_3 yang cukup tinggi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai *pozolan* yang selain menggantikan sebagian semen *portland* juga dapat meningkatkan kuat tekan beton. (Naibaho, 2015)

Selain dapat menghemat penggunaan semen, Abu Ketel juga mempunyai keunggulan tersendiri antara lain :

a) Pada pengadaan bahan abu ketel ini terbilang cukup mudah dan murah, sehingga gila ditinjau dari segi ekonomis serta lebih menguntungkn karena memanfaatkan limbah.
b) Bahan bakunya melimpah di Pabrik Gula.
c) Material menjadi lebih ringan
d) Ramah Lingkungan karna memanfaatkan limbah dari pabrik gula.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2.4 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan pengelolaan persampahan di sampaikan dalam ringkasan. Ringkasan penelitan terdahulu dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu

No	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1	Rizki Angelina Naibaho, Ainun Rohanah, Sulastri Panggabean (USU) : 2015 **Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Untuk Mengurangi Pemakaian Semen Pada Pembuatan Batako**	Penambahan abu ampas tebu sebagai pengganti semen berpengaruh nyata terhadap kuat tekan, dan berpengaruh tidak nyata terhadap ukuran dan absorbsi 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. Nilai kuat tekan dan absorbsi pada batako dengan penambahan abu ampas tebu masih memenuhi standar SNI. Nilai absorbsi tertinggi yaitu pada perlakukan pemberian kadar abu 25% yaitu sebesar 16,05% dan terendah pada pemberian kadar abu 5% yaitu sebesar 9,77%.
2	Triastuti, Ananto Nugroho, Arif Rahman Saleh (UNJ): 2017 **Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Dalam Pembuatan Beton Busa Ringan *Utilization of Baggase Ash on Lightweight Foamed Concrete***	Pada penelitian ini disimpulkan bahwa, kuat tekan beton busa ringan dengan menggunakan abu ampas tebu sebesar 12% menghasilkan nilai 1,9 MPa dan dapat digunakan sebagai non struktural seperti dinding rumah atau bata busa ringan. Penambahan abu ampas tebu menghasilkan kenaikan kuat tekan. Pengembangan lebih lanjut dalam penelitian ini yaitu penggunaan abu amps tebu diatas 12% dan sebagai bahan pengganti semen portland. Pembuatan beton busa ringan.
3	Gerry Phillip Rompas, J.D. Pangouw, R. Pandaleke, J.B. Mangare (USR) : 2013 **Pengaruh Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Sebagai Substitusi Parsial Semen Dalam Campuran Beton**	Pada penelitian ini substitusi parsial semen dengan AAT tidak memberikan pengaruh nilai kuat tarik lentur beton, kecuali pada substitusi AAT 15% dengan penurunan 0,45%. Kuat tekan yang dihasilkan dengan substitusi parsial mengalami peningkatan terbesar di prosentase AAT 5%. Semakin besar substitusi abu ampas tebumaka semakin rendah warkability campuran beton. Secara keseluruhan dengan mempertahankan penggunaan air dalam

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

No	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
	Ditinjau Terhadap Kuat Tarik Lentur Dan Modulus Elastisitas	campuran beton diperoleh prosentase optimal pada substitusi AAT 5% dari berat semen, karena memberi peningkatan yang cukup baik.
4	Mutiara Prestika, Idharmahadi Adha, Setyanto(UNLAM): 2016 **Pengaruh Waktu Perendaman Terhadap Uji Kuat Tekan *Paving Block* Menggunakan Campuran Tanah dan Semen dengan Alat Pemadat Modifikasi**	Pada penelitian ini nilai kuat tekan paving block setelah dilakukan pembakaran mengalami peningkatan. Nilai kuat tekan ini meningkat seiring lamanya waktu perendaman pada hari ke 7 nilai kuat tekan yang awalnya 7,4 MPa dan meningkat menjadi 10 MPa pada perendaman ke 28 hari. Paving block dengan campuran tanah dan semen dapat digunakan sebelum pembakaran paving blok (pra) karena nilai kuat tekannya memenuhi syarat dengan kuat tekan mutu D dan daya serap air antara 3% - 10%.
5	Dian Yunita Simanullang (UNSRI): 2014 **Kajian Kuat Tekan Mortar Menggunakan Pasir Sungai Dan Pasir Apung Dengan Bahan Tambah *Fly Ash* Dan *Conplast* Dengan Perawatan (*Curing)***	Pada penelitian ini mortar dengan perbandingan 1:2 menggunakan pasir sungai memiliki nikai kuat tekan terbesar pada penambahan 20% *fly ash* dan 1% *conplast* pada umur 28 hari sebesar 62,34 kg/cm^2. Sedangkan mortar yang menggunakan pasir apung dengan penambahan 50% *fly ash* dan 1% *conplast* pada umur 28 hari sebesar 18,18 kg/cm^2. Perbedaan karakteristik dan spesifikasi terlihat antara mortar pasir sungai dan pasir apung memiliki kuat tekan masing-masing.
6	Anita Christine Sembiring, Jetri Juli Saruksuk (UNPRI) : 2017 **Uji Kuat Tekan Dan Serapan Air Pada Paving Block Dengan Bahan Pasir Kasar, Batu Kacang, Dan Pasir Halus**	Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan dan serapan air pada penelitian ini maka semakin banyak persentase pasir dan semen yang digunakan pada setiap campuran maka nilai kuat tekan yang dihasilkan akan semakin tinggi. *Paving block* pasca pembakaran memiliki hasil nilai kuat tekan yang lebih besar dari pada *paving block* pra pembakaran dengan campuran dan perbandingan yang sama. Pada *paving block* pra pembakaran, nilai kuat tekan tertinggi nya sebesar 9,65 MPa sedangkan pada *paving block* pasca pembakaran nilai kuat tekan terbesarnya adalah 10,05 MPa. Karena nilai daya serap air yang tinggi, maka *paving block* ini di rekomendasikan untuk digunakan pada tanaman yang tidak terendam air, seperti taman yang diletakkan sebagai eksterior dalam mapun diluar rumah.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

No	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
7	Adi Wiyono1, Adjib Karjanto, Galih Damar Pandulu (UTT Malang) **Pengaruh Pengganti Sebagian Semen Dengan Abu Ampas Tebu Terhadap Kualitas Mortar Berdasarkan Kuat Tekan Dan Penyerapan Air**	Pada penelitian ini telah diperoleh kesimpulan bahwa, nilai penyerapan air dengan menggunakan abu ampas tebuakan semakin menurun seiring dengan bertambahnya variasi campuran abu ampas tebu, sampai dengan 8% namun diatas itu penyerapan air akan tinggi. Kuat tekan mortar dengan menggunakan abu ampas tebu akan meningkat dari kuat tekan normal yaitu pada variasi campuran berkisar 2% dan 8% jumlah semen. Dengan demikian hasil yang diperoleh yaitu 25,04 MPa.
8	Ronny Pandaleke (USR) **Kajian Experimental Sifat Karekteristik Mortar Yang Menggunakan Abu Ampas Tebu Sebagai Substitusi Parsial Semen**	Kuat tekan yang dihasilkan maksimum dengan perbandingan nilai kuat tekan AT 0% yaitu pada AT 2 (5%), namun sampai dengan prosentase abu ampas tebu 20% AT5. Semuanya melewati kuat tekan yang dihasilkan oleh AT1 (0%) Abu ampas tebu. Penambahan prosentase abu ampas tebu dengan menggunakan berat air yang tetap mendapatkan hasil yang optimum. Penggunakan material abu ampas tebu khususnya pada pekerjaan non struktur seperti pembuatan Hollow brick, Paving Block Campuran dan mortar lainnya dapat diganti prosentase semen sampai dengan 20 % sehingga dapat menekan biaya. Koefisien perkembangan kekuatan beton yang ditetapkan oleh PBI'71 hasilnya lebih kecil.
9	Laksmi Irianti, Eddy Purwanto (UNLAM) : 2009 **Penggunaan *Accelerator* Pada Beton Abu Ketel Sebagai Upaya Mempercepat Laju Pengerasan**	Dari penelitian ini semakin besar jumlah *accelerator* yang ditambahkan kedalam adukan semakin besar nilai *slump* yang didapat. Hal ini dikarenakan penambahan *accelerator* tidak mengurangi jumlah air dalam adukan, serta adanya sifat *plasticizing* didalam *accelerator* yang dapat menambah kelecakan adukan. Penggunaan abu ketel terbukti mampu meningkatkan kekuatan beton dengan menciptakan adukan beton yang lebih kental dan kuat, kemudian dengan penambahan *accelerator* laju pengerasan beton menjadi lebih cepat, sehingga beton mampu mencapai kekuatan yang lebih besar untuk hari pengujian yang sama bila dibandingkan dengan beton abu ketel tanpa *accelerator*. Kuat tarik beton abu ketel dengan *accelerator* secara umum juga lebih besar seiring dengan peningkatan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

No	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
		persentase *accelerator*. Bila dibandingkan dengan beton abu ketel tanpa *accelerator* (BAK), kuat tarik pada beton abu ketel yang menggunakan *accelerator* (BAKA) lebih besar, yaitu mencapai 27,709 % untuk BAKA-20.
10	Kiromil Abror,Bambang Siswanto, Wani Hadi Utomo (UB) : 2017 **Pengaruh Pemberian Abu Ketel Terhadap Sifat Fisik Tanah, Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Tebu Pada Ultisol Di Pabrik Gula Bone, Sulawesi Selatan**	Perlakuan abu ketel tanpa menggunakan dolomit (P6) mampu menurunkan nilai berat isi tanah yaitu 0,8 g cm-3 dan nilai berat jenis tanah dari 2,52 g cm-3 menjadi 2,08 g cm-3, serta meningkatkan porositas total tanah yaitu 51,1 % volume dan nilai kemantapan agregat dari 0,8 mm menjadi 1,2 mm. Produksi tebu terbaik ditunjukkan oleh perlakuan abu ketel tanpa menggunakan dolomit (P6) dengan nilai 51,56 t ha-1 dan perlakuan abuketel tanpa pupuk kalium merupakan perlakuan yang memperoleh nilai rendeman tebu tertinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lain yaitu 7,87 %. Laba tertinggi yang didapat adalah perlakuan abu ketel tanpa pupuk kalium (P5) yaitu sebesar Rp 17.795.528,53 sedangkan laba terendah adalah perlakuan abu ketel + kompos (P3) yaitu sebesar Rp 6.563.510,81.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

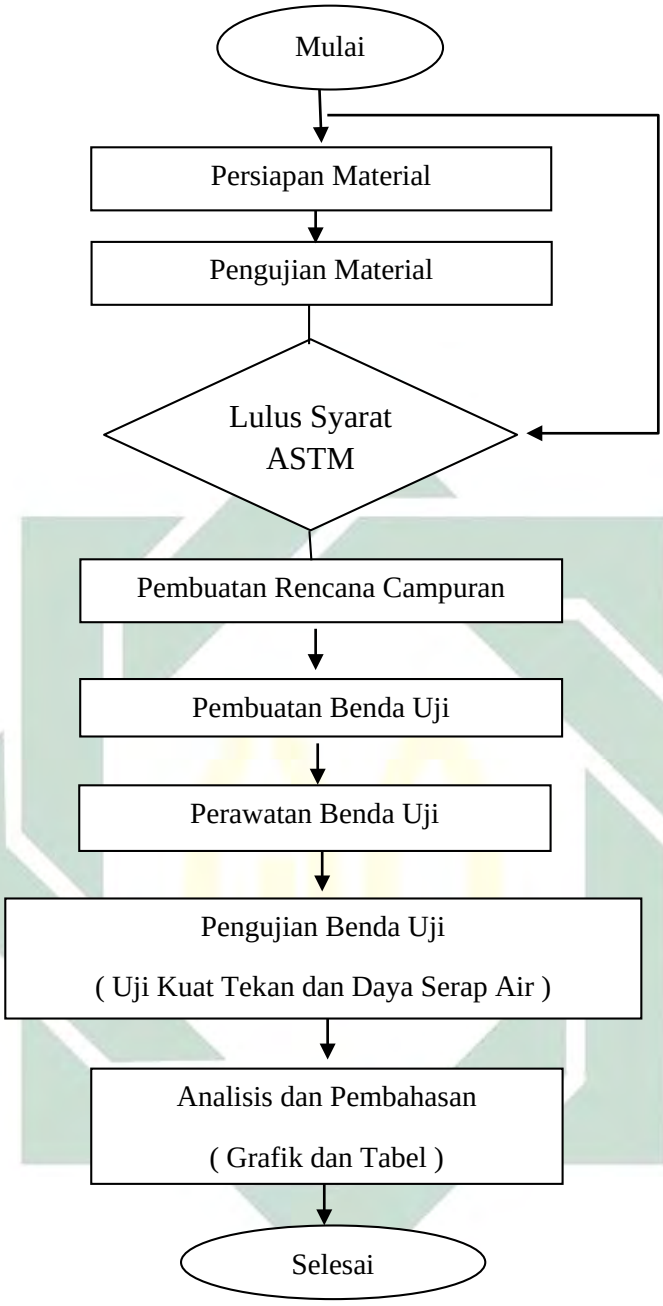
Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 16 April – 15 Juni 2019, yang merupakan kegiatan studi Tugas Akhir bidang limbah padat yaitu Pemanfaatan Limbah Abu Ketel *(Ash Boiler)* Untuk Dinding Rumah Ramah Lingkungan yang dilaksanakan di Laboratorium Pengujian Bahan Jalan, Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional VIII Surabaya.

3.2 Tahapan Penelitian

3.2.1 Pemilihan Metode

Dalam bab metode penelitian ini digunakan metode kuantitatif, dan pengujian kuat tekan serta daya serap air. Pengambilan data berupa sampel limbah padat abu *(ash boiler)* dari PG. Kremboong, Sidoarjo untuk dilakukan pemanfaatan limbah menjadi material pengurang semen. Setelah itu, membuat bahan uji peneltian menjadi material dengan dilakukan pencampuran air, pasir, dan semen. Abu ampas tebu (abu ketel) dilakukan penambahan 4 variasi sampel. Sampel pertama dilakukan penambahan 0% abu ketel (non abu), sampel kedua dilakukan penambahan 5%, ketiga penambahan 15% dan keempat sebanyak 25% dengan ukuran 5 x 5 x 5 cm berbentuk kubus. Berikut adalah diagram alirnya.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



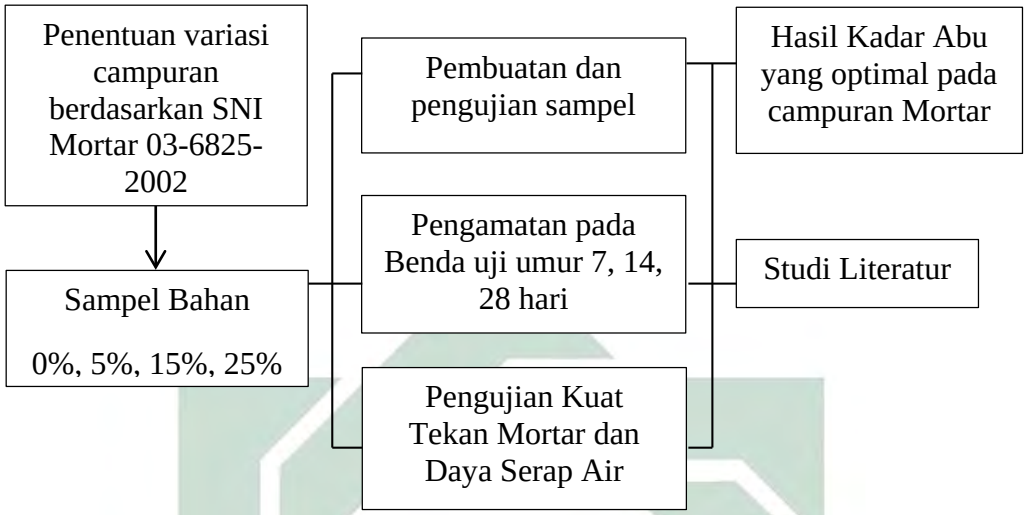
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

3.2.2 Kerangka Penelitian

Material yang digunakan dalam penelitian ini meliputi Semen Gresik, pasir, abu ketel *(ash boiler)* dan air. Pasir yang digunakan adalah yang lolos ayakan ukuran 1,18 mm. Sebelum bahan material digunakan, pemeriksaan pada bahan material dilakukan terlebih dahulu untuk memastikan bahwa bahan telah siap. Abu ketel, semen dan pasir sebelum dicampur, dilakukan penghitungan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

komposisi pada setiap variasi mortar. Material bahan yang dilakukan untuk pengujian kuat tekan dan daya serap air mortar.



Gambar 3.2 Kerangka Konsep

3.2.3 Metode Pengujian

Komposisi campuran bahan pada benda uji sampel mortar yang dibuat di Laboratorium Bahan Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional VIII ditentukan dengan menggunakan perbandingan 1 : 4. Pencampuran bahan material dengan melakukan pengadukan selama 3 – 5 menit. Pengadukan dilakukan dengan menggunakan mesin pengaduk mekanis.

Pemeliharaan Kelecekan Mortar yang telah mengeras harus diaduk kembali dengan tangan untuk mempertahankan kelecekannya, dan mortar yang telah mencapai lebih dari 2,5 jam sejak dicampur tidak boleh dipakai lagi. (SNI 03-6882-2002).

3.2.4 Material

Berikut ini bahan material yang digunakan pada penelitian kuat tekan dan daya serap air mortar yaitu :

1. Semen Portland (Gresik)

Pada penelitian ini semen yang digunakan adalah jenis PCC (Portland Composite Cement) Merek Semen Gresik yang memiliki massa jenis 2,8070 gram/cm^2 .

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Gambar 3.3 Semen Gresik

Sumber: Dokumentasi Pribadi. 2019

2. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan terlebih dahulu dilakukan perlakuan pencucian dengan air bersih agar kadar lumpur pada agregat halus berkurang, dab dikeringkan. Pada penelitian ini agregat halus yang digunakan adalah pasir besi yang berasal dari daerah Lumajang Jawa Timur.

Gambar 3.4 Pasir Lumajang

Sumber: Dokumentasi Pribadi. 2019

3. Air Bersih

Air bersih yang digunakan tidak mengandung lumpur, minyak dan garam serta tidak mengandung zat-zat tercemar lainnya. Air yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Laboratorium Bahan Jalan, Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional VIII Wilayah Jawa Timur Kementerian PUPR.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Gambar 3.5 Air Bersih

Sumber: Dokumentasi Pribadi. 2019

4. Abu Ketel *(Ash Boiler)*

Abu ketel *(ash boiler)* yang digunakan berasal dari sisa pembakaran ampas tebu pada Stasiun Boiler PTPN X Pabrik Gula Kremboong, Sidoarjo Jawa Timur.

Gambar 3.6 Abu Ketel *(Ash Boiler)*

Sumber: Dokumentasi Pribadi. 2019

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 3.1 Komposisi Campuran Mortar (berdasarkan berat)

Campuran Abu Ketel	Semen (gram)	Abu ketel (gram)	Pasir (gram)	Air (ml)	Sampel
0%	558,03	0	2500	650	12
5%	530,13	27,90	2500	650	12
15%	474,33	83,70	2500	650	12
25%	418,52	139,51	2500	650	12
Total Sampel Uji					**48**

Sumber : Perhitungan 2019

Berdasarkan komposisi campuran yang digunakan pada penelitian ini menggunakan SNI 03-6825-2002, berat material semen, pasir, dan air. Penambahan abu ketel pada campuran disesuaikan dengan berat semen yang akan di substitusi menjadi 4 variasi, 0%, 5%, 15% dan 25% .

3.2.5 Peralatan

Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

a) Neraca Ohaus Digital

Neraca atau timabangan ini digunakan untuk menimbang berat masing-masing agregat dan mortar yang berdasarkan dengan komposisi masing- masing. Neraca ini memiliki kapasitas 2000 gram dengan ketelitian 0,1 gram.

Gambar 3.7 Neraca Ohaus Digital

Sumber: Dokumentasi Pribadi. 2019

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

b) Satu set saringan / ayakan

Peralatan ini digunakan untuk mengukur gradasi agregat sehingga dapat ditentukan nilai modulus kehalusan butir agregat halus. Pada penelitian ini gradasi agregat halus berdasarkan standar ASTM C33-78 dengan batasan ukuran agregat halus yang dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut :

Tabel 3.2. Ukuran Saringan Pada Penelitian Agregat Halus.

Jenis	Ukuran Saringan (mm)						
Agregat Halus	4,75	2,36	1,18	0,6	0,3	0,15	Pan

Sumber: ASTM C33-78

Gambar 3.8 Saringan / Ayakan

Sumber: Dokumentasi Pribadi. 2019

c) Oven

Alat ini digunakan untuk mengeringkan bahan-bahan dasar campuran mortar yang perlu dikeringkan terlebih dahulu pada saat pengujian. Oven yang digunakan mempunyai kapasitas panas maksimum 210°C dengan daya 110 Watt.

Gambar 3.9 Oven

Sumber: Dokumentasi Pribadi. 2019

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

d) Baskom

Baskom digunakan sebagai tempat untuk penyimpanan bahan penyusun adukan mortar (pasir,semen,air dan abu ketel)

Gambar 3.10 Baskom

Sumber: Dokumentasi Pribadi. 2019

5. Cetakan Kubus (Mol)

Cetakan kubus atau Mol ini berisi 3 cetakan dan digunakan untuk mencetak mortar dengan bentuk kubus ukuran 5 x 5 x 5 cm.

Gambar 3.11 Cetakan Kubus (Mol)

Sumber: Dokumentasi Pribadi. 2019

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

6. Cetok / sekop

Cetok digunakan untuk memindahkan adukan ke dalam cetakan dan juga untuk meratakan permukaan benda uji yang baru dicetak.

Gambar 3.12 Cetok/ Sekop

Sumber: Dokumentasi Pribadi. 2019

7. Ember tempat air

Ember yang digunakan untuk tempat tadah air saat dilakukan perendaman pada pengujian daya serap air mortar.

Gambar 3.13 Ember

Sumber: Dokumentasi Pribadi. 2019

8. Gelas Ukur

Gelas ukur volume 1000 ml dengan ketelitian 2 ml digunakan untuk mengukur volume air yang dibutuhkan untuk adukan mortar semen.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Gambar 3.14 Gelas Ukur

Sumber: Dokumentasi Pribadi. 2019

9. *Compressing Testing Machine* (CTM)

CTM atau *Compressing Testing Machine* merupakan alat yang digunakan untuk melakukan pengujian kuat tekan mortar. Kapasitas beban maksimum adalah 150 ton dengan ketelitian 0,5 serta penambahan Dial To Load (Proving Ring 10 ton). Pengujian dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari.

Gambar 3.15 *Compressing Testing Machine* (CTM)

Sumber: Dokumentasi Pribadi. 2019

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

10. Mesin Pengaduk

Mesin pengaduk standar yang kecepatan perputarannya dapat diatur, digunakan untuk mengaduk adonan mortar agar tidak terjadi penggumpalan.

Gambar 3.16 Mesin Pengaduk

Sumber: Dokumentasi Pribadi. 2019

3.2.6 Pelaksanaan Penelitian

Pada pelaksanaan penelitian dan pengujian meliputi tahap sebagai berikut :

6) Persiapan

Tahap persiapan bahan meliputi penyiapan seluruh bahan material dan alat laboratorium agar penelitian berjalan dengan lancar dan baik. Bahan material yang digunakan meliputi semen portland (Gresik), Agregat halus (pasir lumajang), abu ketel (*ash boiler*) dan air.

5. Tahap Pembuatan Mortar

Pembuatan campuran dimulai dari persiapan bahan dan alat sesuai dengan kebutuhan material pada saat perhitungan campuran mortar. Campuran tersebut dituangkan pada bak penampungan adukan (*concrete mixer*) dan ditampung dengan baskom untuk dibawa ke tempat cetakan. Adapun langkah-langkah dalam pembuatan benda uji adalah sebagai berikut:

a) Mempersiapkan semua material penyusun mortar yang telah ditimbang untuk selanjutnya dimasukan kedalam *concrete mixer* secara bertahap. Kemudian membiarkan *concrete mixer* berputar hingga adukan tercampur rata.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

b) Menuang adukan kedalam pan setelah semua material tercampur rata untuk kemudian menuangkan adukan kedalam cetakan mortar.
c) Kemudian dilakukan pemeriksaan kelecakan adukan dengan meremas untuk memastikan adukan sudah tercampur.
d) Sebelum penuangan adukan mortar, cetakan harus dibaluri dengan oli agar tidak lengket dan mudah dikeluarkan ketika kering. Cetakan harus terisi penuh, agar pada saat pemadatan seluruh bagian dalam cetakan kubus terisi penuh dan tidak membentuk kufoid atau pori-pori udara.
e) Selanjutnya ketika adukan mortar sudah mengeras dalam waktu 1-2 hari, pelepasan mortar dilakukan dengan membuka cetakan kubus dan mortar disimpan dengan suhu ruangan yang tidak terkena sinar matahari maupun hujan. Kemudian setelah umur yang telah ditentukan mortar di uji kuat tekan pada 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Pada umur 28 hari pengujian daya serap air juga dilakukan pada mortar yang telah disiapkan.

Perawatan benda uji mortar semen sebelum di uji kuat tekan, di beri tanda sesuai variasi. Pada pengujian daya serap air di perlukan penimbangan berat basah setelah dilakukan perendaman selama 10,5 menit dan 24 jam kemudian di oven selama 1 hari (24 Jam) dan di timbang untuk mendapatkan berat kering. Jumlah sampel penelitian kuat tekan mortar dan daya serap air, dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3.3 Pengujian Kuat Tekan Mortar

Sampel	Kode Uji	Campuran	Jumlah
1	M.0	0%	9
2	M.5	5%	9
3	M.15	15%	9
4	M.25	25%	9
Total Sampel Uji			**36**

Sumber : Perhitungan 2019

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 3.4 Pengujian Daya Serap Air

Sampel	Kode Uji	Campuran	Jumlah
1	M.0	0%	3
2	M.5	5%	3
3	M.15	15%	3
4	M.25	25%	3
Total Sampel Uji			**12**

Sumber : Perhitungan 2019

Sampel dengan kode uji M.0, M.5, M15, M.25 masing- masing terdapat 3 bahan uji. Pengujian dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari dengan jumlah keseluruhan benda uji pada pengujian kuat tekan adalah 36 sampel. Pada pengujian daya serap air masing-masing variasi terdapat 3 benda uji dan jumlah keseluruhan 12 sampel. Total seluruh benda uji mortar berjumlah 48 sampel.

Bahan pengikat pada mortar yaitu semen, abu ketel digunakan untuk mensubstitusi bahan utama agar digunakan sebagai bahan pengganti semen. Variasi persentase abu ketel *(ash boiler)* yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0%, 5%, 15% dan 25%. Mol atau cetakan kubus mortar dilepas pada umur 1 sampai 2 hari dan disimpan pada ruangan selama umur yang telah ditentukan untuk di uji 7 hari, 14 hari dan 28 hari.

Selain kuat tekan yang akan diuji, daya serap air tersebut juga kan diuji untuk menentukan berapa persen air yang terserap pada sampel material uji tersebut. Rumus yang digunakan pada pengujian kuat tekan yaitu :

$$P = \frac{F}{A} \quad \text{.....(3.1)}$$

Keterangan :

P = Kekuatan tekan

F = Gaya tekan maksimum (N)

A = Luas penampang (m^2)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Sedangkan pada pengujian daya serap air adalah persentase dari perbandingan antara selisih massa basah dengan massa kering. Berdasarkan SNI 03-0691-1996 pengujian daya serap air dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Daya serap air} = \frac{mb-mk}{mk} \text{ x } 100\ \% \quad \text{.....(3.2)}$$

Keterangan :

Mb = massa basah benda uji (gr)

Mk = massa kering benda uji (gr)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

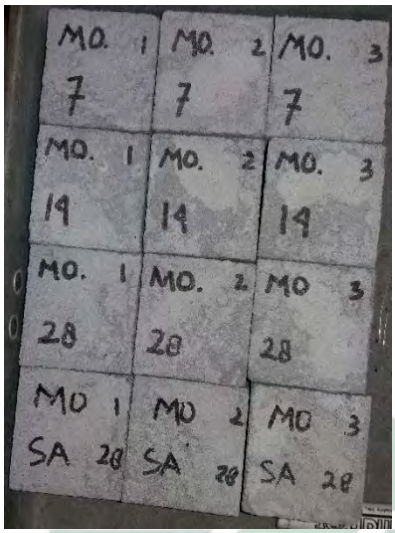
Penelitian ini terdiri dari dua tahap, pertama pembuatan campuran mortar, kedua pengujian nilai kuat tekan dan daya serap air pada mortar di laboratorium. Untuk pembuatan, pengujian kuat tekan dan daya serap air pada mortar dilakukan di Laboratorium Pengujian Bahan Jalan, Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional VIII Wilayah Jawa Timur, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat yang berlokasi di Jalan Raya Waru Nomor 20 Sidoarjo.

Pembahasan ini mengacu pada pemanfaatan limbah padat abu ketel, sebagai bahan pengurang semen yang notabene termasuk sumber daya alam tak dapat diperbaharui. Penggunaan semen dalam material bangunan struktural mapun non struktural sangat tinggi. Abu ampas tebu atau abu ketel ini diharapkan dapat menjadi aternatif bahan pengurang semen. Uji kuat tekan dan daya serap air juga akan melengkapi dan memberikan penguatan dengan variasi campuran material yang akan diuji. Penarikan kesimpulan dan saran dilakukan berdasarkan hasil pembahasan data penelitian terhadap pemanfaatan limbah padat abu ketel *(ash boiler)* sebagai bahan pengurang semen menjadi material bagunan rumah.

4.1.1 Analisis Uji Kuat Tekan Mortar

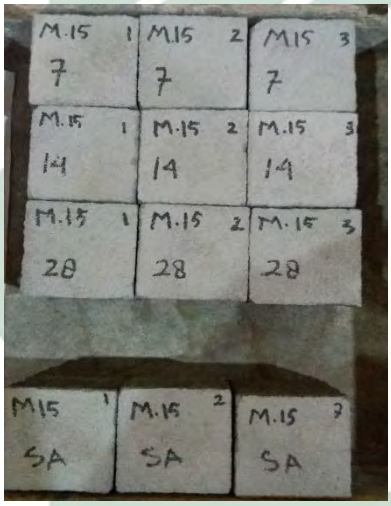
Proses pembuatan mortar menggunakan limbah abu ketel *(ash boiler)* abu sisa pembakaran. Hal ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui berapa nilai kuat tekan dan daya serap air pada beberapa variasi campuran abu ketel (ash boiler). Abu ketel (ash boiler) digunakan sebagai pengganti semen. Komposisi yang digunakan bervariasi yaitu 0% (tanpa menggunakan abu ketel), 5%, 15% dan 25% dengan perbandingan 1: 4 mengacu pada SNI-03-6825-2002 tentang Metode Pengujian Kuat Tekan Mortar Semen Portland untuk Pekerjaan Sipil. Bahan Uji sampel mortar dibuat dengan bentuk kubus ukuran dimensi 5x5x5 cm. Berikut hasil model pembuatan mortar dengan komposisi yang bervariasi, yaitu :

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.1 Mortar 0%

Gambar 4.2 Mortar 5%



Gambar 4.3 Mortar 15%

Gambar 4.4 Mortar 25%

Sumber: Dokumentasi Pribadi. 2019

Sampel yang dibuat terdiri dari 48 sampel. Setiap variasi terdapat 12 sampel yang terdiri dari 9 sampel untuk pengujian kuat tekan dan 3 sampel untuk pengukuran daya serap air. Proses pengujian kuat tekan mortar dilakukan pada umur sampel tertentu (7 hari , 14 hari dan 28 hari). Model sampel yang digunakan juga digunakan oleh Ronny Pandaleke, dalam Jurnal Penelitiannya yang berjudul Kajian Experimental Sifat Karakteristik Mortar yang Menggunakan Abu Ampas Tebu Sebagai Substitusi Parsial Semen. Hasil pengujian kuat tekan mortar dapat dilihat pada tabel berikut :

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.1 Kuat Tekan Mortar 0%

No	Tanggal Pembuatan	Berat (gram)	Berat isi Kg/cm^3 Gr/cm^3	Tanggal Pengujian	Umur (hari)	Beban KN/Kg	Kuat Tekan Kubus (Kg/cm^2)	Kuat Tekan 28 Hari
1	13-Mei-19	242, 02	1,94	19-Mei-19	7	15,00		
						1530,00	61,20	94,15
2	13-Mei-19	231,07	1,85	19-Mei-19	7	15,00		
						1530,00	61,20	94,15
3	13-Mei-19	235,72	1,89	19-Mei-19	7	16,00		
						1632,00	65,28	100,43
						Rata-rata		**96,25**
1	13-Mei-19	228.61	1,83	26-Mei-19	14	11,00		
						1122,00	44,88	58,29
2	13-Mei-19	229,78	1,84	26-Mei-19	14	15,00		
						1530,00	61,20	79,48
3	13-Mei-19	231,75	1,85	26-Mei-19	14	18,00		
						1836,00	73,44	95,38
						Rata-rata		**77,71**
1	13-Mei-19	225,25	1,80	09-Jun-19	28	16,00		
						1632,00	65,28	65,28
2	13-Mei-19	231,64	1,85	09-Jun-19	28	20,00		
						2040,00	81,60	81,60
3	13-Mei-19	235,78	1,89	09-Jun-19	28	23,00		
						2346,00	93,84	93,84
						Rata-rata		**80,24**

Sumber: (Data primer hasil pengujian di Laboratorium Bahan Jalan, Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional VIII Wilayah Jawa Timur, 2019)

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan mortar dengan variasi 0% menunjukkan bahwa pada sampel 1, 2 dan 3 yang berumur 7 hari, mortar tanpa penambahan abu ketel *(ash boiler)* dengan kode uji M.0. Beban yang mampu ditekan masing-masing sampel mortar adalah 15KN/kg, 15 KN/kg dan 16 KN/kg. Maka rata-rata nilai kuat tekan yang dihasilkan pada umur 7 hari dengan kuat tekan 28 hari adalah 96,25 Kg/cm^2. Pada sampel berikutnya untuk umur 14 hari, beban yang mampu ditekan masing- masing sampel mortar adalah 11 KN/kg, 15 KN/kg dan 18 KN/kg. Maka rata-rata nilai kuat tekan yang dihasilkan pada umur 14 hari dengan kuat tekan 28 hari adalah 77,71 Kg/cm^2. Kemudian untuk umur 28 hari, beban yang mampu di tekan masing-masing sampel mortar adalah 16 KN/kg, 20 KN/kg dan 23 KN/kg. Maka rata-rata nilai kuat tekan yang dihasilkan pada umur 28 hari adalah 80,24 Kg/cm^2.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Hasil pengujian menunjukkan nilai yang layak pakai (sesuai untuk bangunan pasangan dinding) dan memenuhi syarat kualitas mutu bata beton pejal tingkat II dan bata beton berlubang tingkat I, SNI 03-0349-1989. Metode Pengujian Kuat Tekan Mortar telah sesuai dengan SNI-6825-2002.

Tabel 4.2 Kuat Tekan Mortar 5%

No	Tanggal Pembuatan	Berat (gram)	Berat isi Kg/cm^3 Gr/cm^3	Tanggal Pengujian	Umur (hari)	Beban KN/Kg	Kuat Tekan Kubus (Kg/cm^2)	Kuat Tekan 28 Hari
1	14-Mei-19	231,37	1,85	20-Mei-19	7	14,00		
						1428,00	57,12	87,88
2	14-Mei-19	233,14	1,87	20-Mei-19	7	14,00		
						1428,00	57,12	87,88
3	14-Mei-19	234,02	1,87	20-Mei-19	7	15,00		
						1530,00	61,20	94,15
						Rata-rata		**89,97**
1	14-Mei-19	225,34	1,80	27-Mei-19	14	15,00		
						530,00	61,20	79,48
2	14-Mei-19	227,85	1,82	27-Mei-19	14	16,00		
						1632,00	65,28	84,78
3	14-Mei-19	230,76	1,85	27-Mei-19	14	18,00		
						1836,00	73,44	95,38
						Rata-rata		**86,55**
1	14-Mei-19	228,26	1,83	10-Jun-19	28	14,00		
						1428,00	57,12	57,12
2	14-Mei-19	229,02	1,83	10-Jun-19	28	16,00		
						1632,00	65,28	65,28
3	14-Mei-19	231,23	1,85	10-Jun-19	28	20,00		
						2040,00	81,60	81,60
						Rata-rata		**68,00**

Sumber: (Data primer hasil pengujian di Laboratorium Bahan Jalan, Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional VIII Wilayah Jawa Timur, 2019)

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan mortar dengan variasi 5% menunjukkan bahwa pada sampel 1, 2 dan 3 yang berumur 7 hari, mortar dengan kode uji M.5. Beban yang mampu ditekan masing-masing sampel mortar adalah 14 KN/kg, 14 KN/kg dan 15 KN/kg. Maka rata-rata nilai kuat tekan yang dihasilkan pada umur 7 hari dengan kuat tekan 28 hari adalah 89,97 Kg/cm^2. Pada sampel berikutnya untuk umur 14 hari, beban yang mampu ditekan masing-masing sampel mortar adalah 15 KN/kg, 16 KN/kg dan 18 KN/kg. Maka rata-rata nilai kuat tekan yang dihasilkan pada umur 14 hari dengan kuat tekan 28 hari

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

adalah 86,55 Kg/cm^2. Kemudian untuk umur 28 hari, beban yang mampu di tekan masing-masing sampel mortar adalah 14 KN/kg, 16 KN/kg dan 20 KN/kg. Maka rata-rata nilai kuat tekan yang dihasilkan pada umur 28 hari adalah 68,00 Kg/cm^2.

Hasil pengujian menunjukkan nilai yang layak pakai (sesuai untuk bangunan pasangan dinding) dan memenuhi syarat kualitas mutu bata beton pejal tingkat II dan bata beton berlubang tingkat I, SNI 03-0349-1989. Metode Pengujian Kuat Tekan Mortar telah sesuai dengan SNI-6825-2002.

Tabel. 4.3 Kuat Tekan Mortar 15%

No	Tanggal Pembuatan	Berat (gram)	Berat isi Kg/cm^3 Gr/cm^3	Tanggal Pengujian	Umur (hari)	Beban KN/Kg	Kuat Tekan Kubus (Kg/cm^2)	Kuat Tekan 28 Hari
1	15-Mei-19	220,77	1,77	21-Mei-19	7	9,00		
						918,00	36,72	56,49
2	15-Mei-19	224,67	1,80	21-Mei-19	7	9,00		
						918,00	36,72	56,49
3	15-Mei-19	226,24	1,81	21-Mei-19	7	10,00		
						1020,00	40,8	62,77
						Rata-rata		**58,58**
1	15-Mei-19	220,21	1,76	28-Mei-19	14	9,00		
						918,00	36,72	47,69
2	15-Mei-19	222,14	1,78	28-Mei-19	14	10,00		
						1020,00	40,80	52,99
3	15-Mei-19	223,60	1,79	28-Mei-19	14	11,00		
						1122,00	44,88	58,29
						Rata-rata		**52,99**
1	15-Mei-19	226,31	1,81	11-Jun-19	28	10,00		
						1020,00	40,8	40,8
2	15-Mei-19	228,92	1,83	11-Jun-19	28	13,00		
						1326,00	53,04	53,04
3	15-Mei-19	230,28	1,84	11-Jun-19	28	14,00		
						1428,00	57,12	57,12
						Rata-rata		**50,32**

Sumber: (Data primer hasil pengujian di Laboratorium Bahan Jalan, Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional VIII Wilayah Jawa Timur, 2019)

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan mortar dengan variasi 15% menunjukkan bahwa pada sampel 1, 2 dan 3 yang berumur 7 hari, mortar dengan kode uji M.15. Beban yang mampu ditekan masing-masing sampel mortar adalah 9 KN/kg, 9 KN/kg dan 10 KN/kg. Maka rata-rata nilai kuat tekan yang dihasilkan pada umur 7 hari dengan kuat tekan 28 hari adalah 58,58 Kg/cm^2. Pada sampel

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

berikutnya untuk umur 14 hari, beban yang mampu ditekan masing- masing sampel mortar adalah 9 KN/kg, 10 KN/kg dan 11 KN/kg. Maka rata-rata nilai kuat tekan yang dihasilkan pada umur 14 hari dengan kuat tekan 28 hari adalah 52,99 Kg/cm^2. Kemudian untuk umur 28 hari, beban yang mampu di tekan masing-masing sampel mortar adalah 10 KN/kg, 13 KN/kg dan 14 KN/kg. Maka rata-rata nilai kuat tekan yang dihasilkan pada umur 28 hari adalah 50,32 Kg/cm^2.

Hasil pengujian menunjukkan nilai yang layak pakai (sesuai untuk bangunan pasangan dinding) dan memenuhi syarat kualitas mutu bata beton pejal tingkat III dan bata beton berlubang tingkat II, SNI 03-0349-1989. Metode Pengujian Kuat Tekan Mortar telah sesuai dengan SNI-6825-2002.

Tabel. 4.4 Kuat Tekan Mortar 25%

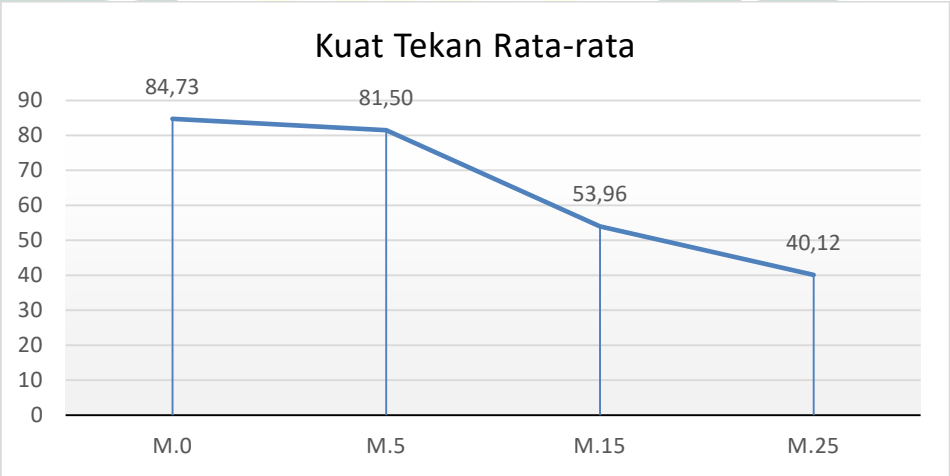
No	Tanggal Pembuatan	Berat (gram)	Berat isi Kg/cm^3 Gr/cm^3	Tanggal Pengujian	Umur (hari)	Beban KN/Kg	Kuat Tekan Kubus (Kg/cm^2)	Kuat Tekan 28 Hari
1	16-Mei-19	209,65	1,68	22-Mei-19	7	8,00		
						816,00	32,64	50,22
2	16-Mei-19	215,36	1,72	22-Mei-19	7	8,00		
						816,00	32,64	50,22
3	16-Mei-19	215,73	1,73	22-Mei-19	7	8,00		
						816,00	32,64	50,22
						Rata-rata		**50,22**
1	16-Mei-19	211,67	1,69	29-Mei-19	14	7,00		
						714,00	28,56	37,09
2	16-Mei-19	213,71	1,71	29-Mei-19	14	7,00		
						714,00	28,56	37,09
3	16-Mei-19	214,56	1,72	29-Mei-19	14	8,00		
						816,00	32,64	42,39
						Rata-rata		**38,86**
1	16-Mei-19	212,83	1,70	12-Jun-19	28	7,00		
						714,00	28,56	28,56
2	16-Mei-19	213,33	1,71	12-Jun-19	28	8,00		
						816,00	32,64	32,64
3	16-Mei-19	213,80	1,71	12-Jun-19	28	8,00		
						816,00	32,64	32,64
						Rata-rata		**31,28**

Sumber: (Data primer hasil pengujian di Laboratorium Bahan Jalan, Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional VIII Wilayah Jawa Timur, 2019)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan mortar dengan variasi 25% menunjukkan bahwa pada sampel 1, 2 dan 3 yang berumur 7 hari, mortar dengan kode uji M.25. Beban yang mampu ditekan masing-masing sampel mortar adalah 8 KN/kg, 8 KN/kg dan 8 KN/kg. Maka rata-rata nilai kuat tekan yang dihasilkan pada umur 7 hari dengan kuat tekan 28 hari adalah 50,22 Kg/cm^2. Pada sampel berikutnya untuk umur 14 hari, beban yang mampu ditekan masing- masing sampel mortar adalah 7 KN/kg, 7 KN/kg dan 8 KN/kg. Maka rata-rata nilai kuat tekan yang dihasilkan pada umur 14 hari dengan kuat tekan 28 hari adalah 38,86 Kg/cm^2. Kemudian untuk umur 28 hari, beban yang mampu di tekan masing-masing sampel mortar adalah 7 KN/kg, 8 KN/kg dan 8 KN/kg. Maka rata-rata nilai kuat tekan yang dihasilkan pada umur 28 hari adalah 3,28 Kg/cm^2.

Hasil pengujian menunjukkan nilai yang layak pakai (sesuai untuk bangunan pasangan dinding) dan memenuhi syarat kualitas mutu bata beton pejal tingkat III dan bata beton berlubang tingkat III, SNI 03-0349-1989. Metode Pengujian Kuat Tekan Mortar telah sesuai dengan SNI-6825-2002.



Gambar 4.5 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar

Sumber: (Data primer hasil pengujian di Laboratorium Bahan Jalan, Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional VIII Wilayah Jawa Timur, 2019)

Pada gambar grafik diatas merupakan hasil penelitian uji kuat tekan mortar dengan variasi 0%, 5%, 15% dan 25 %. Terdapat 4 kode uji mortar dengan komposisi tersebut. Mortar dengan kode M.0 (tanpa menggunakan abu) hasil yang

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

di peroleh dari rata-rata sampel benda uji pada kuat tekan 28 hari adalah 84,73 Kg/cm^2. Hasil ini telah memenuhi syarat untuk digunakan menjadi bata beton pejal pada mutu tingkat II yang baku mutunya minimal 70kg/cm^2 dan pada bata beton berlobang pada mutu tingkat I dengan baku mutu minimal 70kg/cm^2 (SNI-03-0349-1989). Mortar dengan kode uji M.5 memiliki rarta-rata nilai uji 81,50 Kg/cm^2.

Hasil ini juga telah memenuhi syarat pada SNI 03-0349-1989 dan termasuk pada kategori mutu tingkat II untuk bata beton pejal, serta mutu tingkat I pada batabeton berlobang. Mortar dengan campuran 5% abu ketel ini sama hasilnya dengan mortar tanpa abu ketel dan optimal menjadi material. Pada mortar dengan kode uji M.15 dan M.25 terdapat penurunan hasil kuat tekan. Penurunan terjadi karna tingkat daya rekat mortar berkurang. Semakin tinggi pengurangan semen akan mempengaruhi nilai kuat tekan pada mortar. Kandungan silika yang terdapat pada abu ketel tidak sepenuhnya mampu menggantikan semen karena kandungan kapur pada abu ketel rendah. Namun, mortar dengan campuran abu ketel 15% dan 25% pada SNI 03-0349-1989 termasuk dalam kategori mutu tingkat III pada bata beton pejal.

Penelitian ini sejalan dengan penelitian Rizki Angelina dkk, tahun 2015 yang berjudul Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Untuk Mengurangi Pemakaian Semen Pada Pembuatan Batako, nilai kuat tekan tertinggi yang diperoleh pada perlakuan A3 yaitu sebesar 5,167 MPa dan terendah pada perlakuan A1 yaitu sebesar 2,146 MPa. Bila dibandingkan dengan persyaratan kuat tekan minimum batako pejal, batako ini tergolong dalam batako dengan mutu III dan mutu IV dengan nilai kuat tekan minimum 3,7 MPa dan 2 Mpa. Penelitian ini mendapatkan hasil pengurangan semen dengan penambahan abu ketel *(ash boiler)* dan tergolong di mutu tingkat III dan IV. Dan pada penelitian Andi Wahyuni Ardi tahun 2016, yang berjudul Uji Kuat Tekan, Daya Serap Air Dan Densitas Material Batu Bata Dengan Penambahan Agregat Limbah Botol Kaca.

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan, daya serap air dan densitas digunakan masing-masing komposisi serbuk kaca yaitu 0 %, 10 %, 20 %, 30 % dan 40 % telah memenuhi nilai standar yaitu nilai kuat tekan secara minimum

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

223,41 kg/cm^2 dan maksimumnya 253,37 kg/cm^2 (sesuai kategori kelas 200 menurut SII-0021- 1978) nilai daya serap air diperoleh secara minimum 12,06 % dan maksimum 17,66 % (sesuai standar SII 15–2094–2000), nilai densitas pada sampel kuat tekan diperoleh 1,48 – 1,64 gr/cm^3 (sesuai standar SNI-03-4164-1996) dan nilai densitas pada sampel daya serap air diperoleh 1,57 – 1,68 gr/cm^3 (sesuai standar SNI-03 4164-1996)

Gambar 4.6 Bata Beton Pejal

Sumber : Litbang PU. 2018

Gambar 4.7 Bata Beton Berlobang

Sumber : Litbang PU. 2018

Hasil pengujian mortar menggunakan campuran abu ketel (ash boiler) dengan variasi (0%, 5%, 15%, 25%) menunjukkan bahwa, abu ketel dapat mensubstitusi semen sampai kadar optimum di campuran 5%, karena abu ketel

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

hanya bersifat sebagai pengisi daya rekat mortar. Dalam hal ini, bahan pengganti semen yang bersifat pozzolan, yaitu bahan yang mempunyai silika atau silika alumina, memiliki sedikit atau tidak ada sifat semen tetapi apabila dalam bentuk butiran halus dengan kelembaban tertentu, bahan ini dapat bereaksi secara kimia $Ca(OH)_2$ pada suhu biasa untuk membentuk senyawa bersifat semen. Kandungan Semen tidak hanya silika, namun terdapat beberapa unsur yang lain, salah satunya Kapur. Kapur merupakan komponen penting pada Semen.

Abu ketel *(ash boiler)* memiliki kandungan silika yang cukup tinggi karena selama pertumbuhan (1 tahun), tebu menyerap Si (Silika) sekitar 500-700 kg/ha, lebih tinggi dibandingkan unsur lainnya. (Yukamgo dan Yuwono, 2007). Dengan mencampurkan bahan pozzolan pada jumlah yang sesuai, unsur aktif SiO_2 akan bereaksi sekunder dengan $Ca(OH)_2$ untuk menghasilkan kalsium hidrosilikat.

Tabel 4.5 Unsur Kimia Semen dan Abu Ketel (*Ash Boiler)*

Unsur Kimia (%)	**Semen Portland (Gresik)**	**Abu Ketel (Ash Boiler)**		
		Penelitian Emelda Sihotang, 2009	***Penelitian Rattanashotinunt, 2013***	***Data Balai Penelitian Pengembangan Industri, 2014***
Silika (SiO_2)	**20,9**	**81**	**55,0**	**72,33**
Alumina(Al_2O_3)	4,7	19	5,1	3,24
Besi (Fe_2O_3)	3,4	12	4,1	0,58
Kapur (CaO)	**65,4**	**4**	**11,0**	**-**
Magnesium(MgO)	1,2	4	0,9	0,58

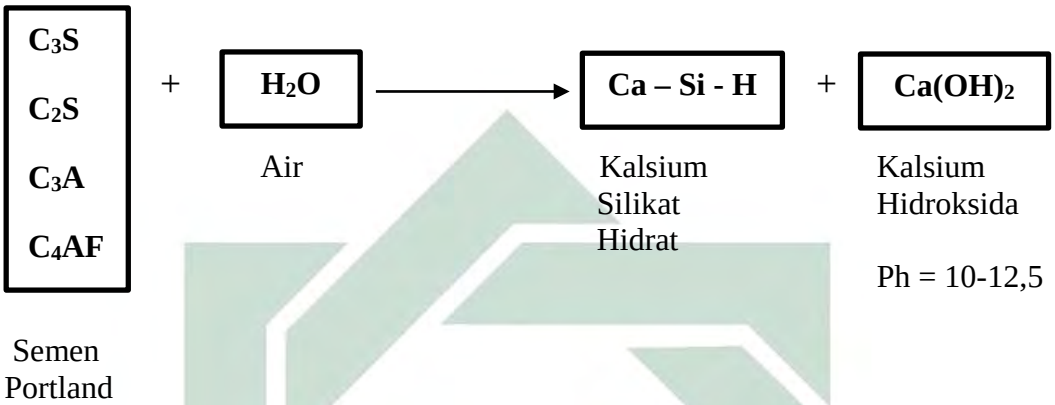
Sumber: Emelda Sihotang. 2009, Rattanashotinunt. 2003, Balai Penelitian Pengembangan Industri Jatim. 2014

Menurut Brown (1999), dalam jurnal Ade Ilham tahun 2005 yang berjudul Pengaruh Sifat-Sifat Fisik Dan Kimia Bahan Pozolan Pada Beton Kinerja Tinggi, bahwa dasar reaksi pozzolan adalah sebagai berikut :

$$x\mathrm{Ca(OH)_2} + \mathrm{SiO_2} + \mathrm{NH_2O} \rightarrow \mathrm{xCaO\ SiO_2\ NH_2O} \quad (4.1)$$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

SiO_2 diperoleh dari sumber silika yang reaktif seperti *silica fume*, abu sekam padi, abu terbang serta bahan pozzolan alami yang lain. Abu ketel *(ash boiler)* termasuk bahan yang bersifat pozzolan karena kandungan silika yang tinggi dan memilki sifat semen. Berikut reaksi hidrasi semen portland.



Gambar 4.8 Reaksi Hidrasi Semen Portland
Sumber : Ilham. 2015

Material pozzolan dapat beraksi dengan kapur bebas (kalsium hidroksida) yang di lepas semen saat proses hidrasi dan membentuk senyawa yang bersifat mengikat pada temperatur normal dengan adanya air. Reaksi hidrasi dan pozzolan terdapat perbedaan dari semen dan air yang berlangsung cepat kemudian membentuk gel kalsium silikat hidrat dan kalsium hidroksida. Pada reaksi pozzolanik berlangsung dengan lambat, sehingga pengaruhnya lebih kepada kekuatan akhir mortar. (Pandaleke. 2014)

Pozzolan harus berada dalam keadaan yang sangat halus serta amorfus supaya dapat bereaksi dengan $Ca(OH)_2$ Struktur butiran bahan pozzolan diteliti dengan menggunakan *scanning electron micrograph* (SEM). Komposisi kimia semen dan bahan pozzolan diperoleh dengan uji *Xray floreson* (XRF). Fase *amorphus* silika ditentukan dengan menggunakan pengujian *X-ray difraction* (XRD). Kandungan karbon dideteksi dengan peralatan CHNS-932 *Elemental Analyzer*. Jari-jari pori rata-rata, luas permukaan spesifik (*specific surface area*) dan volume kumulatif diukur dengan porosimeter tipe Pascal 440 yang menggunakan metode penyerapan larutan merkuri. (Mehta, 1986 dan Lee dkk, 1999, dalam Jurnal Ade Ilham. 2005).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.1.2 Analisis Daya Serap Air Mortar

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berapa persen kemampuan mortar masing- masing variasi 0%, 5%, 15%, 25% dalam meyerap air pada perendaman selama 10,5 menit dan 24 jam. Perbandingan hasil dapat menentukan nilai daya resap mortar dan ketahanan terhadap air. Melalui pengujian ini kerapatan setiap benda uji antara lama perendaman 10,5 menit dengan lama perendaman 24 jam pada daya serap air mortar dapat diperloleh. Karena kerapatan pada benda uji sangat mempengaruhi nilai resapan airnya. Semakin rapat material mortar, maka nilai kuat tekannya meningkat. Sedangkan, densitas dengan serapan air berbanding terbalik. Semakin kecil densitas maka daya serap air akan semakin besar, semakin tinggi densitas mortar, maka ikatan antar partikel semakin kompak sehingga rongga udara dalam mortar mengecil. Keadaan ini menyebabkan air atau uap air menjadi sulit untuk mengisi rongga tersebut. Ini berarti, semakin kecil densitas maka daya serap air akan semakin besar. Penentuan daya serap air pada mortar diperoleh dari hasil pengukuran massa basah dan massa kering yang diukur menggunakan neraca ohaus. Hasil uji daya serap air yang diperoleh sebagai berikut :

Tabel. 4.6 Daya Serap Air Mortar Lama Perendaman 10,5 Menit

NO	Kode Uji	Umur (hari)	Massa Basah (gram)	Massa Kering (gram)	Hasil (%)
1	M.0	28	254,0	227,5	11,65
2	M.0	28	257,0	231,3	11,11
3	M.0	28	254,5	229,9	10,70
			Rata-rata		**11,15**
1	M.5	28	256,7	228,4	12,39
2	M.5	28	252,7	224,4	12,61
3	M.5	28	251,4	224,3	12,08
			Rata-rata		**12,36**
1	M.15	28	252,8	223,0	13,36
2	M.15	28	250,4	221,3	13,15
3	M.15	28	254,3	224,9	13,07
			Rata-rata		**13,20**
1	M.25	28	239,4	206,7	15,82
2	M.25	28	238,8	206,4	15,70
3	M.25	28	243,1	209,7	15,93
			Rata-rata		**15,82**

Sumber : Data Perhitungan 2019

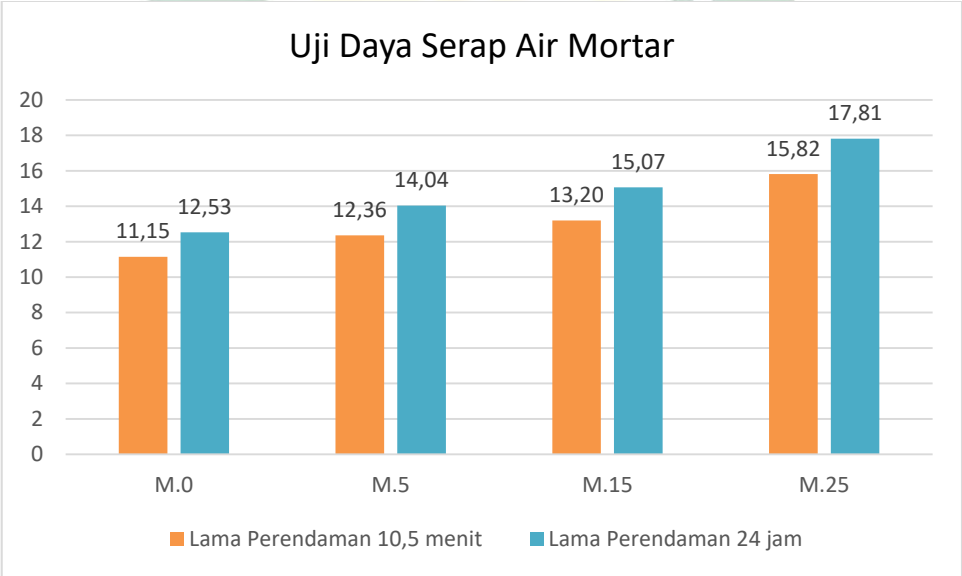
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel. 4.7 Daya Serap Air Mortar Lama Perendaman 24 Jam

NO	Kode Uji	Umur (hari)	Massa Basah (gram)	Massa Kering (gram)	Hasil (%)
1	M.0	28	257,49	227,32	13,27
2	M.0	28	256,97	229,95	11,75
3	M.0	28	260,20	231,17	12,56
			Rata-rata		**12,53**
1	M.5	28	256,35	224,35	14,26
2	M.5	28	255,26	224,33	13,79
3	M.5	28	260,64	228,52	14,06
			Rata-rata		**14,04**
1	M.15	28	254,48	221,27	15,01
2	M.15	28	257,05	223,08	15,23
3	M.15	28	258,55	224,85	14,99
			Rata-rata		**15,07**
1	M.25	28	243,89	207,09	17,77
2	M.25	28	244,04	207,31	17,72
3	M.25	28	247,68	209,99	17,95
			Rata-rata		**17,81**

Sumber : Data Perhitungan 2019

Hasil penelitian pada 4 variasi sampel Daya Serap Mortar mendapatkan selisih hasil perendaman yang tidak begitu besar. Perendaman selama 10,5 menit dan 24 jam bertujuan untuk mengetahui berapa daya serap air pada mortar.



Gambar 4.9 Grafik Hasil Pengujian Daya Serap Air Mortar

Sumber : Data Perhitungan 2019

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Pada pengujian daya serap air mortar dengan 4 variasi, 0%, 5%, 15% dan 25% berat hasil yang di peroleh setelah pengovenan antara lama perendaman 10,5 menit dengan perendaman 24 jam di air, menujukkan hasil yang tidak jauh berbeda. Mortar dengan kode M.0 memperoleh selisih 1,4% , mortar dengan kode M.5 memperoleh selisih 1,7%, mortar dengan kode uji M.15% memperoleh selisih 1,9% dan mortar dengan kode uji M.25% memperoleh selisih 2%. Hasil ini menurut SNI 03-0349-1989, telah memenuhi syarat maksimal penyerapan air rata-rata, dengan baku mutu maksimal 25 % untuk bata beton pejal dan 35% untuk bata beton berlobang.

Penelitian ini sejalan dengan penelitian Adi Wiyono yang berjudul Pengaruh Pengganti Sebagian Semen dengan Abu Ampas Tebu Terhadap Kualitas Mortar Berdasarkan Kuat Tekan Dan Penyerapan Air, bahwa, nilai penyerapan air dengan menggunakan abu ampas tebu akan Semakin menurun seiring dengan bertambahnya variasi campuran abu ampas Tebu sampai dengan 8% namun diatas itu penyerapan air akan tinggi.

4.2 Rencana Anggaran Biaya (RAB) Produksi

Rencana Angaran Biaya produksi bata, hal penting dalam merencanakan sebuah usaha adalah dengan menghitung berapa biaya yang dikeluarkan selama proses produksi. Material yang digunakan dan biaya pengerjaan serta biaya pemasaran produk (Bata beton untuk dinding). Rancangan perhitungan biaya produksi ini merupakan contoh dari harga material di Sidoarjo. Biaya produksi juga akan tergantung kepada kualitas produk yang dihasilkan, contohnya pasir dan semen yang digunakan.

4.2.1. Produk Bata Beton Tanpa Abu Ketel *(Ash Boiler)*

Campuran material sebagai contoh berikut menggunakan komposisi perbandingan **1: 8** (1 takaran semen : 8 takaran pasir) pada standar pasar. Satu sak semen ukuran 40 kg, akan membutuhkan 0,25 m^3 pasir untuk menghasilkan 50 buah batako ukuran panjang 20 cm, lebar 10 cm dan tinggi 7 cm. Pada penelitian yang digunakan ini menggunakan perbandingan **1:4** (1 takaran semen : 4 takaran pasir) sesuai dengan SNI 03-6825-2002. Menurut SNI 03-0349-1989, kekuatan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

tekan campuran tanpa abu ketel *(ash boiler)* memenuhi kriteria termasuk mutu tingkat II bata beton pejal dan mutu tingkat I bata beton berlobang. Satu sak semen ukuran 40 kg, akan membutuhkan 0,25 m^3 pasir untuk menghasilkan 25 buah batako ukuran panjang 20 cm, lebar 10 cm dan tinggi 7 cm.

Biaya:

a) 1 sak (40kg) semen gresik	(Harga Sidoarjo)	Rp. 62.000,-
b) 0, 25 m^3 pasir lumajang	(Harga Sidoarjo)	Rp. 57.500,-
c) Air secukupnya	(Harga Sidoarjo)	Rp. 3.000,-
d) Gaji pekerja Rp. 700 / bata	(Harga Sidoarjo)	Rp. 17.500,-
Total		**Rp. 140.000,-**
Biaya Produksi setiap bata beton		Rp. 5.600,-
+10% keuntungan		Rp. 560,-
Harga untuk satu bata beton		**Rp. 6.160,-**

4.2.2 Produk Bata Campuran 5% Abu Ketel *(Ash Boiler)*

Pada penelitian ini, komposisi campuran material menggunakan perbandingan **1 : 4** (1 takaran semen : 4 takaran pasir) sesuai dengan SNI 03-6825-2002 dengan mensubstitusi semen dengan abu ketel *(ash boiler)* sebanyak 5%. Komposisi ini dipilih untuk dibandingkan dengan produk bata yang tidak menggunakan campuran abu ketel *(ash boiler)*. Menurut SNI 03-0349-1989, kekuatan tekan campuran menggunakan 5% abu ketel memenuhi kriteria termasuk mutu tingkat II bata beton pejal dan mutu tingkat I bata beton berlobang. Satu sak semen ukuran 40 kg, akan membutuhkan 0,25 m^3 pasir untuk menghasilkan 25 buah batako ukuran panjang 20 cm, lebar 10 cm dan tinggi 7 cm.

Biaya:

a) 38 kg semen gresik	(Harga Sidoarjo)	Rp. 58.900,-
b) 5% abu ketel (2 kg)	(Harga Sidoarjo)	Rp. -
c) 0, 25 m^3 pasir lumajang	(Harga Sidoarjo)	Rp. 57.500,-
d) Air secukupnya	(Harga Sidoarjo)	Rp. 3.000,-
e) Gaji pekerja Rp. 700 / batako	(Harga Sidoarjo)	Rp. 17.500,-
Total		**Rp. 136.900,-**
Biaya Produksi setiap batako		Rp. 5.476,-

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

+10% keuntungan	Rp. 547,-
Harga untuk satu batako	**Rp. 6.023,-**

4.2.3. Produk Bata Campuran 15% Abu Ketel *(Ash Boiler)*

Pada penelitian ini, komposisi campuran material menggunakan perbandingan 1:4 (1 takaran semen : 4 takaran pasir) sesuai dengan SNI 03-6825-2002 dengan mensubstitusi semen dengan abu ketel *(ash boiler)* sebanyak 15%. Komposisi ini dipilih untuk dibandingkan dengan produk bata yang tidak menggunakan campuran abu ketel *(ash boiler)*. Menurut SNI 03-0349-1989, kekuatan tekan campuran menggunakan 15% abu ketel telah memenuhi kriteria mutu tingkat III bata beton pejal dan mutu tingkat II bata beton berlobang. Satu sak semen ukuran 40 kg, akan membutuhkan 0,25 m^3 pasir untuk menghasilkan 25 buah batako ukuran panjang 20 cm, lebar 10 cm dan tinggi 7 cm.

Biaya:

a) 34 kg semen gresik	(Harga Sidoarjo)	Rp. 52.700,-
b) 15% abu ketel (6 kg)	(Harga Sidoarjo)	Rp. -
c) 0, 25 m^3 pasir lumajang	(Harga Sidoarjo)	Rp. 57.500,-
d) Air secukupnya	(Harga Sidoarjo)	Rp. 3.000,-
e) Gaji pekerja Rp. 700 / batako	(Harga Sidoarjo)	Rp. 17.500,-
Total		**Rp. 130.700,-**
Biaya Produksi setiap batako		Rp. 5.228,-
+10% keuntungan		Rp. 522,-
Harga untuk satu batako		**Rp. 5.750,-**

Pada umumnya bata beton dijual permeter persegi. Bata beton berbentuk balok dengan ukuran panjang 20 cm, lebar 10 cm dan tinggi 7 cm, maka dalam 1 m^2 bata beton terdiri dari 25 buah bata. Untuk menghitung harga bata beton permeter persegi, harga per bata dikalikan dengan 25. Sehingga akan mendapatkan hasil antara lain :

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.8 Harga Produk Bata Beton Pejal

No	Produk	Harga / bata	Harga/m^2 ($1m^2$ =25)
1	Bata tanpa abu ketel	Rp. 6.160,-	Rp. 154.000,-
2	Bata 5% abu ketel	Rp. 6.023,-	Rp. 150.575,-
3	Bata 15% abu ketel	Rp. 5.750,-	Rp. 143.750,-

Sumber : Data Pribadi 2019

Hasil yang diperoleh dari analisa diatas menujukkan bahwa harga bata beton tanpa abu ketel untuk permeter perseginya adalah Rp. 154.000. Harga ini sesuai dengan standar pada harga jual di daerah sidoarjo. Harga pada setiap daerah dapat berubah mengikuti ketersediaan bahan baku bata beton. Pada bata beton yang menggunakan campuran 5 % abu ketel, sama kualitasnya dengan bata beton tanpa abu ketel, dengan perbandingan biaya lebih murah dan menghemat biaya produksi 3,5% dari bata beton tanpa menggunakan abu ketel, sehingga termasuk dalam mutu tingkat II SNI-03-0349-1989.

Sedangkan untuk bata beton dengan campuran 15% abu ketel, didapatkan hasil harga per bata senilai Rp. 5.750 dan dapat menghemat 12,8% biaya dari harga standar dengan kualitas mutu tingkat III.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan terhadap hasil uji kuat tekan mortar dan daya serap air mortar, maka di peroleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai kuat tekan rata-rata yang dihasilkan pada 4 variasi campuran 0%, 5%, 15%, dan 25% yaitu mortar dengan kode M.0 (tanpa menggunakan abu) pada kuat tekan 28 hari adalah 84,73 kg/cm^2. Mortar dengan kode uji M.5 memiliki rarta-rata nilai uji 81,50 kg/cm^2. Mortar dengan kode uji M.15 memiliki rata- rata nilai uji 53,96 kg/cm^2. Mortar dengan kode uji M.25 memiliki rata-rata nilai uji 40,12 kg/cm^2. Hasil mortar dengan kode M.0 dan M.5 telah memenuhi syarat untuk digunakan menjadi bata beton pejal pada mutu tingkat II yang baku mutunya minimal 70kg/cm^2 dan pada bata beton berlobang pada mutu tingkat I dengan baku mutu minimal 70kg/cm^2 (SNI-03-0349-1989). Sedangkan mortar dengan kode uji M.15 dan M.25 terdapat penurunan hasil kuat tekan. Penurunan terjadi karna tingkat daya rekat mortar berkurang. Namun, mortar dengan campuran abu ketel 15% dan 25% pada SNI 03-0349-1989 termasuk dalam kategori mutu tingkat III pada bata beton pejal.
2. Pada pengujian daya serap air mortar dengan 4 variasi, 0%, 5%, 15% dan 25% berat rata-rata hasil yang di peroleh setelah pengovenan yaitu mortar 0% lama perendaman 10,5 menit mendapatkan hasil 11,15 % dan pada perendaman 24 jam hasilnya 12,53%, mortar 5% lama perendaman 10,5 menit mendapatkan hasil 12,36 % dan pada perendaman 24 jam hasilnya 14,04%, mortar 15% lama perendaman 10,5 menit mendapatkan hasil 13,20 % dan pada perendaman 24 jam hasilnya 15,07%, sedangkan mortar 25% lama perendaman 10,5 menit mendapatkan hasil 15,82% dan pada perendaman 24 jam hasilnya 17,81%

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3. Hasil uji kuat tekan mortar yang optimal adalah pada campuran 5% abu ketel karena setara dengan mortar tanpa abu ketel. Mortar tanpa abu ketel rata-rata nilai kuat tekannya adalah 84,73 kg/cm^2 dan mortar dengan campuran 5% rata-rata nilai kuat tekannya adalah 81,50 kg/cm^2.
4. Rencana anggaran biaya produksi pada harga bata beton yang sesuai pada SNI 03-0349-1989 untuk digunakan sebagai bata beton pejal yaitu :

a) Harga 1 bata beton tanpa abu ketel /m^2 : Rp 6.160 x 25 = Rp. 154.000,-
b) Harga 1 bata beton 5% abu ketel /m^2 : Rp 6.023 x 25 = Rp. 150.575,-
c) Harga 1 bata beton 15 % abu ketel /m^2 : Rp 5.750 x 25 = Rp. 143.750,-

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat di ambil dari pembahasan ini yaitu :

1. Dalam pembuatan adukan mortar sebaiknya disesuaikan terlebih dahulu perbandingan dan komposisi yang dipakai.
2. Pelepasan mortar dari cetakan sebaiknya minimal 2 hari agar mortar yang dihasilkan lebih rapi
3. Pada penelitian selanjutnya agar lebih maksimal sebaiknya dilakukan pengerucutan variasi seperti 0%, 3%, 5%, 7% dan 10% agar lebih maksimal dalam menentukan kesetaraan mortar.
4. Untuk mendukung penelitian ini, pada campuran mortar abu ketel, agar lebih mengurangi penggunaan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui, sebaiknya lebih bijak dan peduli untuk menggunakan produk ramah lingkungan dalam kehidupan sehari-hari

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR PUSTAKA

ACI. Detroitt. 1992. State Of The Art Report On High Strengh Concrete. 363R-92

ACI. Committe. 1993. *Standard Practice For Selecting Proportions For Normal Heavy Weight And Mass Concrete*. 211.1 -91

Angelina, Rizki, Naibaho. Ainun, Rohanah. Sulastri, Panggabean. 2015. Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Untuk Mengurangi Pemakaian Semen Pada Pembuatan Batako. Jurnal Permukiman Vol. 12.

ASTM C 494. 2001. *Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete. ASTM Standard Concrete and Aggregates*. Vol 04 01. United States.

Badan Standarisasi Nasional. 1978. SII-002-78. Syarat- Syarat Batu Bata. Jakarta. Depatemen Perindustrian.

Badan Standardisasi Nasional. 1989. SK SNI S-04-1989-F: *Spesifkasi Bahan Bangunan Bagian A, Bahan Bangunan Bukan Logam*. Jakarta

Badan Standardisasi Nasional. 1989. SNI 03-0349-1989. Bata Beton Untuk Pasangan Dinding

Badan Standardisasi Nasional, 1990. SK SNI T-15-1990-03: *Tata Cara Pembuatan Rencana Beton Normal*. Bandung Yayasan LPMB.

Badan Standardisasi Nasional. 2002. SNI 03 – 6820 – 2002**.** Spesifikasi Agregat Halus Untuk Pekerjaan Adukan Dan Plesteran Dengan Bahan Dasar Semen.

Badan Standardisasi Nasional. SNI 03-6825-2002, *Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland untuk Pekerjaan Sipil* .

Badan Standardisasi Nasional. 2004. SNI 15-2049-2004: *Semen Portland Komposit*. Bandung: BSN.

Badan Standarisasi Nasional. SNI 6882-2014. Spesifikasi Mortar Untuk Pekerjaan Unit Pasangan.

Christine, Anita, Sembiring. Jetri, Juli, Saruksuk. 2017. Uji kuat Tekan Dan Serapan Air Pada Paving Block dengan Bahan Pasir Kasar Batu Kacang

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dan Pasir Halus. JURITI PRIMA (Junal Ilmiah Teknik Industri Prima) Vol. 1, No. 1

Das, M Braja. 1993. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Geoteknis)*. Erlangga, Jakarta.

Dian, Yunita, Simanullang. 2014. Kajian Kuat Tekan Mortar Menggunakan Pasir Sungai Dan Pasir Apung Dengan Bahan Tambah *Fly Ash* Dan *Conplast* Dengan Perawatan (*Curing*). Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan Vol. 2, No. 4

Gunawan, Purnawan. Setiono. 2014. *Foamed Lightweight Concrete Tech Using Galvalum Az 150 Fiber. Procedia Engineering 95*

Hutasoit, F. 2011. Pembuatan Dan Karakterisasi Batako Ringan Dengan MemanfaatkanLimbah Padat Pulp Biosludge Dari PT TPL Porsea.Skripsi.DepartemenFisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan AlamUniversitas Sumatera Utara. Medan.

Ilham, Ade. 2015. Pengaruh Sifat-Sifat Fisik dan Kimia Bahan Pozzolan Pada Beton Kinerja Tinggi. Media Komunikasi Teknik Sipil, Volume 13. Edisi XXXIII

Lim, Siong, Kang. Cher, Siang, Tan. Oi, Yuan, Lim. Yee, Ling, Lee. 2013. *Fresh and Hardened Properties of Lightweight Foamed Concerete With Palm Oil Fuel Ash As Filter. Construction and Building Materials.*

Metcalf, Eddy. (1991). *Waste Water Engineering Treatment*. New York: Mc. Graw-Hill, Inc.

Muller, Claudia. Eva, Fitriani. Halimah. Ira, Febriana. 2006. Modul Pelatihan Pembuatan Ubin Atau Paving Blok Dan Batako. International Labour Office.

Modani, Prashant. O, M, R, Vyawahare. 2013. *Utilization of Bagasse Ash As a Partial Replacement of Fine Aggregate in Concerete. Procedia Engineering 51*

Mulyono, Tri. 2004. *Teknologi Beton*. Andi Offset. Yogyakarta

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Mydim, Azree. 2011. *Potential of Using Lightweight Foamed Concrete in Composite Load-Bearing Wall Panels in Low-Rise* Construction. *Concrete Research Letter 2 June*. 213- 227

Pandaleke, Ronny. 2014. Kajian Experimental Sifat Karekteristik Mortar Yang Menggunakan Abu Ampas Tebu Sebagai Substitusi Parsial Semen. Jurnal Tekno Sipil Volume 12 Universitas Sam Ratulangi.

Phillip, Gerry, Rompas. JD, Pangouw. R, Pandaleke. JB, Mangare. 2013. Pengaruh Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Sebagai Substitusi Parsial Semen Dalam Campuran Beton Ditinjau Terhadap Kuat Tarik Lentur Dan Modulus Elastisitas. Jurnal Sipil Statik Vol.1 No.2

Prasetiyo, Ari. 2009. Perbandingan Kuat Tekan Mortar Menggunakan Campuran Pasir Alam Dengan Sisa Pecahan Batu.

Prestika, Mutiara. Idharmahadi, Adha. Setyanto. 2016. Pengaruh Waktu Perendaman Terhadap Uji Kuat Tekan *Paving Block* Menggunakan Campuran Tanah dan Semen dengan Alat Pemadat Modifikasi. *JRSDD*, Edisi Juni 2016, Vol. 4, No. 2, Hal:175 - 184 (ISSN:2303-0011).

Rattanashotinunt, Chaiyanunt. Pongsiri, Thairit. Weerachart, Tangchirapat. Chai Jaturapitakkul. 2013. *Use of Calcium Carbide Residue and Bagasse Ash Mixtures as a New Cementitious Material in Concrete* 46: 106–11.

Sihotang Emelda, 2009. Pemanfaatan Abu Ampas Tebu pada Pembuatan Mortar. Laporan Skripsi Sarjana (S1) Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Sumatera Utara.

SK. SNI T-5-1991-03 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung. Bandung. Departemen Pekerjaan Umum.

Tchobanoglous, G., Burton, F.L. (1991). *Advanced Wastewater Treatment. Wastewater Engineering, Treatment, Disposal, and Reuse*. Singapore: McGraw-Hill. Inc.

Tjokrodimuljo, K. (1996). Teknologi Beton, Nafiri, Yogyakarta.

Triastuti. Ananto, Nugroho. Arif, Rahman, Saleh. 2017. Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Dalam Pembuatan Beton Busa Ringan *Utilization of*

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Baggase Ash on Lightweight Foamed Concrete. Jurnal Permukiman Vol. 12 No. 1

Wahyuni, Andi, Ardi. 2016. Uji Kuat Tekan, Daya Serap Air Dan Densitas Material Batu Bata Dengan Penambahan Agregat Limbah Botol Kaca. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.

Waturandang F P, Pemanfaatan Abu Ampas Tebu sebagai Substitusi Parsial Semen Dalam Campuran Beton Ditinjau terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah beton, Tugas Akhir Fakultas Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado, Manado, 2012

Wibowo, F.X.N, dan Hatmoko. 2001.Pemanfaatan Abu Ampas Tebu sebagai Bahan Tambah Beton Mutu Tinggi, *Laporan Penelitian* DCRG, Dirgen Dikti 2001.

Wintoko, Bambang. 2007. *Sukses Wirausaha Batako Paving Block*. Pustaka Baru, Jakarta

Wiyono, Adi. Adjib, Karjanto. Galih, Damar, Pandulu. Pengaruh Pengganti Sebagian Semen Dengan Abu Ampas Tebu Terhadap Kualitas Mortar Berdasarkan Kuat Tekan Dan Penyerapan Air *Effect Of Replacement Parts Of Cement With Bagasse Ash Based On Quality Compressive Strength And Water Absorption Of Mortar.* Jurusan Teknik Sipil Universitas Tribhuwana Tunggadewi Malang.

Yunita, Dian, Simanullang. 2014. Kajian Kuat Tekan Mortar Menggunakan Pasir Sungai Dan Pasir Apung Dengan Bahan Tambah *Fly Ash* Dan *Conplast* Dengan Perawatan (*Curing).* Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan Vol. 2, No. 4

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id