

SKRIPSI

PEMANFAATAN FLY ASH UNTUK PEMBUATAN BATU BATA

**Diajukan untuk Memenuhi sebagai persyaratan mencapai derajat Sarjana
S1 pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**



Disusun oleh :

SUWANDI

D01 20 302

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SULAWESI BARAT

MAJENE

2024

ABSTRAK
PEMANFAATAN FLY ASH UNTUK PEMBUATAN
BATU BATA
SUWANDI
Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Barat
wandysrmp@gmail.com

Batu bata merupakan bahan bangunan yang paling banyak digunakan di Indonesia terutama di Sulawesi Barat. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen menguji kualitas batu bata merah dengan penambahan campuran limbah fly ash (abu terbang) dengan variasi 15%, 30% dan 45%. Fly ash merupakan limbah padat dari proses pembakaran batu bara pada pembangkit listrik tenaga uap (PLTU). Variabel penelitian menunjukkan kualitas batu bata (pandangan luar, bentuk, warna, berat, ukuran, kuat tekan daya serap, kerapatan semu, kadar garam, IRS (Initial Rate of Suction) dan apparent porosity). Dalam eksperimen ini fly ash di jadikan sebagai bahan tambah dalam pencampuran batu bata dengan variasi 15%, 30% dan 45%. Jumlah benda uji yang di buat sebanyak 135 dengan menggunakan mesin press cetak batu bata, panjang 19 cm, lebar 9 cm, dan tinggi 4 cm yang akan di uji pada umur 7 hari, umur 28 hari. Nilai uji kuat tekan rata – rata umur 7 hari dengan variasi 15% sebesar 5,06 Mpa, 30% sebesar 3,62 Mpa, dan 45% sebesar 5,02 Mpa dan umur 28 hari dengan variasi 15% sebesar 5,78 Mpa, 30% sebesar 4,47 Mpa, dan 45% sebesar 5,12 Mpa. Pengujian penyerpan air variasi 15% sebesar 32,1%, 30% sebesar 38,3%, dan 45% sebesar 37,7% melebihi batas toleransi 20% untuk pasangan dinding. Pengujian kerapatan semu 15% sebesar 1,4%, 30% sebesar 1,3%, dan 45% sebesar 1,3%. Pengujian kadar garam memenuhi. Pengujian IRS 15% sebesar 272,8%, 30% sebesar 319,6%, dan 45% sebesar 306,2%. Pengujian apparent porosity 15% sebesar 45,3%, 30% sebesar 49,7%, dan 45% sebesar 49,4%.

Kata kunci : Kualitas batu bata, tanah liat, fly ash

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bata merah merupakan jenis batu bata yang umum digunakan untuk pasangan dinding rumah, pagar, saluran hingga pondasi. Bata merah terbuat dari campuran tanah liat yang mengalami proses pengeringan hingga berwarna kemerahan. Bata merah memiliki beberapa faktor penting sebagai bahan bangunan rumah. Kemampuan tahan akan cuaca, asam, polusi dan api menjadi beberapa kelebihan bata merah. Kelebihan lain dari bata merah yaitu tidak memerlukan keahlian khusus dalam pemasangannya. Dalam segi kuat tekan, bata merah cenderung memiliki kuat tekan yang rendah jika dibandingkan dengan bata ringan. Kuat tekan bata merah sesuai dengan kelasnya berkisar 5,0 N/mm² sampai 15 N/mm². Meninjau dari hal tersebut, perlu adanya inovasi baru untuk mengembangkan bata merah yang memiliki kualitas lebih baik dalam segi kuat tekan. (Candra, 2021)

Tanah liat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan batu bata merah yang memiliki sifat plastis dan susut kering. Sifat plastis tanah liat sangat penting untuk mempermudah dalam proses awal pembuatan batu bata merah. Apabila tanah liat yang di pakai terlalu plastis, maka akan mengakibatkan batu bata yang di bentuk memiliki sifat kekutan kering yang tinggi. Hal ini akan mempengaruhi kekutan, penyusutan dan mempengaruhi hasil pembakaran batu bata yang sudah jadi (Handayani, 2010). Kekuatan kering merupakan sifat tanah liat. Kekutan kering di pengaruhi oleh butiran, jumlah air pembentuk, Pencampuran dengan bahan lain dan teknik pembentukannya

Fly ash adalah bagian dari sisa pembakaran batu bara pada boiler pembangkit listrik tenaga uap yang berbentuk partikel halus dan bersifat pozzolan. Sifat pozzolan ini berarti fly ash tersebut dapat bereaksi dengan kapur pada suhu kamar (24°C-27°C) dengan adanya media air membentuk senyawa yang bersifat mengikat. Komposisi unsur pokok fly ash adalah SiO₂ (30%-

60%), Al_2O_3 (15%-30%) dan karbon dalam bentuk batu bara yang tidak terbakar (bervariasi hingga 30%) (Armeyn, 2014). Menurut Yohanes et al., (2020) Fly Ash merupakan limbah hasil pembakaran batu bara pada pembangkit listrik, bahan ini memiliki sifat sebagai pozolan dengan ciri kandungan silika dan alumina tinggi. Abu terbang (Fly Ash) sebagai limbah dari pembakaran batu bara dianggap sebagai limbah berbahaya (B3) menurut Bapedal dikarenakan memiliki kandungan logam berat seperti Nikel, Vanadium, Arsenic, Beryllium, Kadmium, Barium, Krom, Tembaga, Seng, Timbal, Selenium dan Radium (Trisnaliani et al. 2018). Fly Ash yang dibiarkan menumpuk dalam waktu yang lama, dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, seperti pencemaran. (Indriyati, 2019).

Dalam bidang konstruksi bangunan, pemanfaatan batu bata perlu di tingkatkan produksinya. Maka dari itu pemilihan kualitas jenis tanah dan bahan campuran lainnya. Salah satu caranya yaitu dengan menambahkan fly ash ke dalam bahan dasar pembuatan batu bata merah. Berdasarkan penjelasan di atas, maka penulis melakukan penelitian pemanfaatan fly ash terhadap kuat tekan batu bata dan di harapkan dapat menambah kualitas batu bata merah serta mengurangi limbah fly ash.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yaitu :

- a. Berapa hasil uji kuat tekan batu bata merah dengan variasi fly ash 15%, 30% dan 45% dengan umur 7 hari, umur 28 hari.
- b. Berapa nilai optimum kuat tekan batu bata merah dengan variasi fly ash 15%, 30% dan 45% dengan umur 7 hari, umur 28 hari.
- c. Berapa daya serap dan kerapatan semu batu bata merah disetiap penambahan variasi fly ash pada umur 28 hari.
- d. Berapa kandungan garam batu bata merah disetiap penambahan variasi fly ash pada umur 28 hari.
- e. Berapa kemampuan dari batu bata disetiap penambahan variasi fly ash dalam menyerap air pertama kali dalam satu menit pertama.

- f. Berapa laju porositi pada batu bata di setiap penambahan fly ash.

1.3 Tujuan Penelitian

- a. Untuk mengetahui hasil uji kuat tekan batu bata merah dengan variasi fly ash 15%, 30% dan 45% dengan umur 7 hari, umur 28 hari.
- b. Untuk mengetahui nilai optimum kuat tekan batu bata merah dengan variasi fly ash 15%, 30% dan 45% dengan umur 7 hari, umur 28 hari.
- c. Untuk mengetahui daya serap dan kerapatan semu batu bata merah disetiap penambahan variasi fly ash pada umur 28 hari.
- d. Untuk mengetahui kandungan garam batu bata merah disetiap penambahan variasi fly ash pada umur 28 hari.
- e. Untuk mengetahui kemampuan dari batu bata disetiap penambahan variasi fly ash dalam menyerap air pertama kali dalam satu menit pertama.
- f. Untuk mengetahui peningkatan porositi seiring dengan peningkatan jumlah persentase bahan tambah fly ash.

1.4 Batas Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah

- a. Tanah liat yang digunakan berasal dari penggalian tanah di Desa baurung, Kec Banggae Timur, Kab Majene, Sulawesi Barat
- b. Fly ash berasal dari hasil sisa pembakaran batu bara dalam pembakaran listrik tenaga uap di PLTU Mamuju
- c. Variasi penambahan fly ash pada batu bata 15%, 30% dan 45%
- d. Lama waktu pembakaran yaitu 24 jam 3 hari
- e. Pengujian dilakukan dengan mesin uji kuat tekan.
- f. Kuat tekan beton dilakukan dengan prosedur hidrolik dengan menggunakan alat mesin uji tekan beton. Dilakukan pada umur benda uji batu bata 7 hari, 28 hari.
- g. Pengujian daya serap air pada benda uji batu bata, dilakukan pada umur benda uji batu bata 28 hari.

- h. Pengujian Kerapatan semu pada benda uji batu bata untuk pasangan dinding adalah 1,2 gram/cm³, dilakukan pada umur benda uji batu bata 28 hari.
- i. Pengujian kadar garam pada benda uji batu bata, dilakukan pada umur benda uji batu bata 28 hari.
- j. Pengujian IRS adalah kemampuan dari batu bata disetiap penambahan variasi fly ash dalam menyerap air pertama kali dalam satu menit pertama, dilakukan pada umur benda uji batu bata 28 hari.
- k. Pengujian Apparent porositi bertujuan untuk mengetahui peningkatan porositi seiring dengan peningkatan jumlah persentase bahan tambah fly ash, dilakukan pada umur benda uji batu bata 28 hari.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

- a. Bagi mahasiswa dapat memperdalam ilmu, menambah wawasan tentang variasi penambahan fly ash terhadap uji kuat tekan bata merah dan perbandingan uji kuat tekan batu bata merah murni tanah liat dengan batu bata merah dengan campuran fly ash
- b. Manfaat praktis dari penelitian ini adalah dapat menjadi bahan referensi bagi penelitian selanjutnya khususnya dibidang keteknik sipil.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam proses penyusunan proposal penelitian diperlukan penulisan sistematik agar penulisan dapat menyelesaikan dan menjadi pedoman dalam menyelesaikan proposal dengan terstruktur. Secara umum tulisan proposal ini terdiri dari beberapa tahap yang sistematika diantaranya sebagai berikut:

BAB I Latar Belakang

Bab ini menurut Latar belakang masalah, Batasan masalah, Tujuan Penelitian, Manfaat Penelitian, Serta Sistematika Penulisan

BAB II Tinjauan Pustaka

Bab ini menguraikan tentang secara umum mengenai karakteristik batu bata merah dan material penyusunan serta menjelaskan tentang fly ash sebagai bahan penambah

BAB III Metodologi Penelitian

Bab ini memuat bagian alir penelitian, tahap-tahap yang dilakukan selama penelitian selama meliputi tempat dan waktu penelitian, material penelitian, alat penelitian, prosedur kerja, metode percobaan, metode pengumpulan data, serta diagram alir penelitian.

BAB IV Hasil dan Penelitian

Bab ini merupakan penjabaran dari hasil-hasil pengujian kuat tekan dengan menggunakan fly ash sebagai bahan tambahan.

BAB V Penutup

Bab ini memuat kesimpulan singkat mengenai analisis hasil yang diperoleh saat penelitian dan disertai dengan saran saran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Agata Candra Iwan, Dkk, (2022). “Pendampingan peningkatan kualitas batu bata dengan limbah sekam padi dan fly ash di desa Gambairejo Tanjunganom Nganjuk”. Di industri konstruksi, salah satu bahan yang sering digunakan adalah bata. Bata sangat dibutuhkan, termasuk sebagai penghalang dinding dalam bangunan hunian dengan fungsi non-struktural. Kebutuhan akan bata sesuai standar dan harga terjangkau juga semakin meningkat, yang membuat produksi bata sangat diinginkan, terutama bagi pelaku konstruksi. Namun, penggunaan tanah liat sebagai satu-satunya bahan produksi bata akan menghasilkan bata-bata yang mudah retak. Hal ini menyebabkan kelangkaan bahan pokok tanah liat semakin meningkat, bahkan harganya lebih mahal. Oleh karena itu, diperlukan pemanfaatan bahan limbah yang ramah lingkungan sebagai pilihan yang tepat dalam membuat inovasi, salah satunya adalah penggunaan limbah sekam padi. Metode yang digunakan adalah sosialisasi yang terkait dengan tujuan pelayanan masyarakat, perluasan dan transfer ilmu teknologi bahan, pelatihan dan bantuan dalam produksi bata, pemantauan dan evaluasi. Lokasi kegiatan dilaksanakan di Desa Gambirejo, Kecamatan Tanjunganom, Kabupaten Nganjuk yang merupakan desa terkenal dengan industri bata merahnya di Kabupaten Nganjuk. Kegiatan pembinaan ini berbentuk pelatihan dan perluasan untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mitra sehingga produksi bata yang dihasilkan menjadi lebih berkualitas dengan biaya produksi yang lebih efisien.

Adrian Gunawan, Dkk, (2022). ” Pengaruh Penambahan H₂O₂ sebagai Foaming Agent pada Karakteristik Batu Bata Ringan Tahan Api Berbahan Dasar Fireclay dan Fly Ash PLTU Teluk Balikpapan”. Total kebutuhan material refractory di Indonesia mencapai 200.000 ton per tahun, sedangkan kapasitas produksi mencapai 50.000 ton per tahun. Untuk

memenuhi kebutuhan tersebut, diperlukan bahan baku alternatif selain bahan baku utama yakni fireclay yang berasal dari tanah liat, yakni Fly Ash (FA) dari sisa pembakaran batu bara di PLTU. Jenis material refractory dalam penelitian ini adalah batu bata ringan tahan api, dengan menggunakan zat Hidrogen Peroksida (H_2O_2) sebagai foaming agent. Fly Ash digunakan berasal dari PLTU Teluk Balikpapan dengan tingkat substitusi fireclay sebesar 5% s.d 25%, serta H_2O_2 dengan variasi 5 ml s.d 9 ml. Analisis yang dilakukan adalah XRF untuk FA, serta kuat tekan, densitas, penyerapan, porositas, dan shrinkage untuk specimen batu bata ringan tahan api. Hasil kuat tekan terbaik adalah 0,549 Mpa dengan linier shrinkage 2%, penyerapan 37,46%, 2%, densitas 1,44 g/cm³, dan porositas 50%.

Agus Iwan Candra, Dkk, (2021). “Optimalisasi Kuat Tekan Bata Merah Dengan Penambahan Fly Ash dan Abu sekam Padi”. Bata merah merupakan jenis batu bata yang umum digunakan di Indonesia untuk pembuatan rumah, pagar. Kelebihan dari bata merah adalah tahan cuaca dan tahan asam, polusi dan api. Sementara dari segi kuat tekan, bata merah cenderung memiliki kuat tekan yang rendah daripada bata ringan. Oleh karena itu, perlu adanya inovasi baru untuk mengembangkan bata merah yang lebih kuat tekan. Metode yang digunakan pada penelitian adalah metode eksperimental, dengan pembuatan benda uji berbentuk balok dengan ukuran 23×11,5×5 atau seperti bentuk bata merah konvensional dengan variasi yang dilakukan prosentase penambahan fly ash dan abu sekam padi yaitu 4%, 8%, 12% dan 18% dari berat bahan utama yaitu tanah. Pada setiap prosentase terdapat 5 benda uji, sehingga terdapat 20 sampel yang diuji. Dari komposisi campuran bata merah diatas, menghasilkan nilai kuat tekan tertinggi pada campuran fly ash kadar 16% sebesar 18,90 kg/cm² sehingga mampu meningkatkan kualitas dan kuat tekan yang akan digunakan untuk pasangan dinding pada bangunan rumah, gedung, pagar saluran dan pondasi.

Erwan Adi Saputra, Dkk, (2020). “Pemanfaatan Limbah Biosolid dan Fly Ash Untuk Pembuatan Batu Bata”. Proses pengolahan limbah di

industri dapat dilakukan dengan beberapa cara, misalnya pengolahan secara fisika, kimia dan biologi. Pada pengolahan limbah secara biologi akan menghasilkan produk samping berupa biosolid. Biosolid ini seperti tanah yang berwarna kuning kecokelatan dengan kandungan senyawa besi oksida (Fe_2O_3), kalsium oksida (CaO), silika (SiO_2), kalium oksida (K_2O) dan magnesium oksida (MgO). Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan komposisi batu bata biosolid yang memiliki nilai kuat tekan sesuai dengan SNI. Pada penelitian ini Limbah padat biosolid dibuat sebagai batu bata dengan dicampur abu terbang batu bara dan semen. Komposisi batu bata tersebut meliputi; fly ash dengan kadar 10, 20, 30, 40, dan 50%; semen berkadar 10, 15, 20, 25, dan 30%. Waktu pengeringan yang di terapkan pada penelitian ini adalah 7, 14, 21, dan 28hari. Setelah pengeringan, batu bata diuji kuat tekan-nya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa batu bata yang mempunyai nilai kuat tekan terbaik dan sesuai dengan SNI 15-2094-2000 yaitu batu bata biosolid dengan tambahan fly ash 30% dan semen 25% serta waktu pengeringan 28hari, dengan kuat tekan sebesar 64,51kg

Bimo Prakoso, Elhusna, Dkk, (2019) “ Pengaruh Penambahan Fly Ash dan Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Bata Merah Pejal Konvensional”. Bata merah adalah suatu unsur bangunan yang dipergunakan dalam pembuatan kontruksi bangunan dan dibuat dari tanah liat ditambah air dengan atau tanpa bahan campuran lain. Fly ash dan abu sekam padi mengandung unsur kimia silika.Silika adalah bahan yang mempunyai sifat pozzolan yang bila dicampur dengan tanah dapat menambah kuat tekan bata. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya pengaruh penambahan fly ash dan abu sekam padi terhadap nilai kuat tekan bata merah. Proses pembuatan benda uji mengikuti prosedur di pabrik bata. Variasi benda uji yang dibuat yaitu bata normal dan bata dengan penambahan fly ash dan abu sekam padi yang digunakan masing-masing adalah 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, dan 30% terhadap berat tanah liat. Jumlah benda uji masing-masing persentase penambahan fly ash dan abu sekam padi adalah sebanyak 12 benda uji. Metode pengujian kuat tekan bata

merah mengacu pada SNI 15-2094-2000. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa nilai kuat tekan bata merah mengalami penurunan dari bata merah normal (38,97 kg/cm²). Penurunan nilai kuat tekan terbesar terjadi pada bata merah dengan penambahan abu 30% (48,04%) dan penurunan nilai kuat tekan bata terkecil terjadi pada bata merah dengan penambahan abu 5% (5,98%). Penurunan nilai kuat tekan dipengaruhi oleh jumlah penambahan abu, jumlah penggunaan air dan kadar air.

2.2 Batu Bata

2.2.1 Pengertian Batu Bata

Batu bata merupakan bahan bangunan yang dapat digunakan sebagai bahan konstruksi. Batu bata terbuat dari tanah liat murni atau dengan bahan campuran. Untuk mengeringkan sebuah batu bata yaitu dengan dijemur beberapa hari kemudian dibakar dengan temperatur yang tinggi hingga mengeras dan tidak hancur jika direndam di dalam air (Ichsan, 2018). Batu bata dapat digunakan sebagai bangunan gedung, pagar, saluran dan pondasi. Dalam fungsi struktural, batu bata dapat dipakai sebagai penyangga atau pemikul beban yang ada di atasnya seperti pondasi. Sedangkan dalam fungsi non-struktural batu bata dapat digunakan sebagai dinding pembatas dan estetik tanpa memikul bebas di atasnya (Syahland, 2016)

2.2.2 Fungsi Batu Bata

a. Pembangunan Dinding

Batu bata digunakan untuk membangun dinding dalam bangunan. Dinding yang terbuat dari batu bata memiliki kekuatan yang baik dan mampu menahan beban struktural bangunan.

b. Isolasi Termal

Batu bata memiliki sifat isolasi termal yang baik, yang berarti dinding yang terbuat dari batu bata dapat membantu menjaga suhu dalam ruangan. Mereka dapat membantu

mencegah panas berlebihan masuk ke dalam bangunan saat cuaca panas dan mencegah kehilangan panas saat cuaca dingin.

c. Isolasi Suara

Batu bata juga memiliki kemampuan untuk meredam suara. Ini membuatnya menjadi pilihan yang baik untuk dinding dalam bangunan yang memerlukan isolasi suara, seperti di antara kamar atau di gedung-gedung komersial.

d. Estetika

Batu bata hadir dalam berbagai warna, bentuk, dan tekstur, sehingga mereka dapat digunakan untuk menciptakan tampilan estetis yang beragam dalam arsitektur. Mereka sering digunakan untuk menciptakan tampilan tradisional atau kontemporer, tergantung pada desain yang diinginkan.

e. Tahan Terhadap Api

Batu bata umumnya tahan terhadap api, sehingga mereka dapat memberikan perlindungan tambahan dalam hal kebakaran.

f. Kestabilan Struktural

Batu bata yang dipasang dengan benar dapat memberikan stabilitas struktural kepada bangunan, membantu mencegah retakan dan pergeseran.

g. Kebijakan Lingkungan:

Batu bata adalah bahan bangunan yang tahan lama dan dapat didaur ulang. Mereka juga membantu dalam mengatur suhu dalam ruangan, yang dapat mengurangi konsumsi energi untuk pemanas dan pendingin. Oleh karena itu, mereka dapat membantu mengurangi dampak lingkungan.

2.2.3 Standar Mutu dan Kelas Batu Bata

Standarisasi menurut Organisasi Internasional (ISO) merupakan proses penyusunan dan pemakaian aturan-aturan untuk melaksanakan suatu kegiatan secara teratur demi keuntungan dan

kerjasama semua pihak yang berkepentingan, khususnya untuk meningkatkan ekonomi keseluruhan secara optimum dengan memperhatikan kondisi-kondisi fungsional dan persyaratan keamanan.

Adapun syarat-syarat batu bata dalam SNI 15-2094-2000 dan SII-0021-78 meliputi beberapa aspek seperti :

a. Sifat Tampak

Batu bata merah harus berbentuk prisma segi empat panjang, mempunyai rusuk-rusuk yang tajam dan siku, bidang sisinya harus datar, tidak menunjukkan retak-retak.

b. Ukuran dan Toleransi

Standar bata merah di Indonesia oleh BSN (Badan Standarisasi Nasional) nomor 15-2094-2000 menetapkan suatu ukuran standar untuk bata merah sebagai berikut :

Tabel 2.1 Ukuran dan Toleransi

Modul	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)
M-5a	65±2	90±3	190±4
M-5b	65±2	100±3	190±4
M-6a	52±3	110±4	230±4
M-6b	55±3	110±6	230±5
M-6c	70±3	110±6	230±5
M-6d	70±3	110±6	230±5

Sumber: (SNI 15-2094-2000)

Pada tabel 2.1 ukuran dan toleransi SNI 15-2094-2000. Secara umum dimensi batu bata di Sulawesi Barat tepatnya di majene berukuran rata – rata panjang 190 mm, lebar 90 mm, dan tebal 40 mm. ukuran ini sangat berdekatan dengan ukuran standar dimensi bantu bata yang di terapkan oleh SNI 15-2094-2000 ya itu pada Modul-5a untuk ukuran lebar dan panjang sudah sesuai namun untuk ketebalan tidak sesuai standar SNI yaitu 40 mm.

c. Kuat Tekan

Besarnya kuat tekan rata-rata dan koefisien variasi yang diijinkan untuk batu bata merah.

Tabel 2.2 Klasifikasi Kekuatan Bata

Kelas	Kekuatan Tekan Rata-Rata Batu Bata		Koefisien Variasi Izin
	Kg/cm ²	N/mm ²	
50	50	5,0	22%
100	100	10	15%
150	150	15	15%

Sumber : (SNI 15-2094-2000)

d. Garam Berbahaya

Garam yang mudah larut dan berbahaya, antara lain : Magnesium Sulfat (MgSO₄), Natrium Sulfat (Na₂SO₄), Kalium Sulfat (K₂SO₄), dan kadar garam maksimum 1,0%, tidak menyebabkan lebih dari 50% permukaan bat tertutup tebal akibat pengkristalan garam.

e. Kerapatan Semu

Kerapatan semu minimum batu bata merah pasangan dinding adalah 1,2 gram/cm³.

f. Penyerapan Air

Penyerapan air maksimum bata merah pasangan dinding adalah 20%.

g. IRS

Kemampuan dari batu bata dalam menyerap air pertama kali dalam satu menit pertama, Karena IRS memiliki satuan gr/mnt/193,55 cm²

h. Porositas Nyata (*Apparent Porosity*)

Batu bata dengan porositas tinggi biasanya lebih ringan dari batu bata dengan porositas rendah dan memiliki sifat insulasi yang baik.

2.2.4 Tahapan Proses Pembakaran Batu Bata

Proses pembakaran batu bata sangat penting dilaksanakan oleh orang yang sudah ahli dalam menentukan baik dan tidaknya batu bata yang sudah dibakar. Jika pembakarannya gagal, maka batu bata tidak bisa didaur ulang kembali karena bahan pembuatan batu bata dibakar sekali tidak ada pembakaran yang kedua kali.

Batu bata pada proses pembakaran disusun secara bertingkat dan bagian bawah tumpukan batu bata tersebut diberi semacam terowongan untuk memasukkan kayu bakar pada proses pembakaran batu bata. Pada bagian atas akan diberikan sekam padi atau kayu bakar untuk proses pematangan pada bagian atas batu bata. Panas yang menyebar dengan baik akan dapat membuat batu bata matang dengan sempurna.

Proses penjemuran batu bata dapat memakan waktu selama 3 – 4 hari jika perkiraan cuaca baik, tetapi jika pada saat musim hujan maka proses penjemuran dapat memakan waktu yang cukup lama bisa sampai 1 minggu penjemuran batu bata. Batu dengan kualitas yang baik dapat dilihat dari kematangan yang sempurna, jika batu bata yang mengalami pembakaran sempurna maka akan kemarahan pada seluruh bagian batu bata, tetapi pada batu bata yang kurang bagus maka akan ada warna kehitaman pada beberapa sisi batu bata yang mengakibatkan kekuatan batu bata berkurang dibanding kekuatan batu bata dengan proses pematangan sempurna.

Proses pembakaran batu bata ini adalah dibakar di tungku pembakaran (Ilo). Berikut ini cara pembakaran batu bata yang baik.

- a. Batu bata yang sudah kering kemudian disusun. Susunan batu bata mentah tersebut menyerupai bangunan tinggi.
- b. Setelah itu, dibakar menggunakan kayu bakar. Dalam pembakaran batu bata biasa menggunakan rumput atau sekam yang akan membuat batu bata memiliki lubang-lubang kecil menyerupai pori-pori.

- c. Jangka waktu pembakaran 3 hari dan dapat di tandai dengan tidak adanya asap yang muncul.
- d. Suhu api pada saat pembakaran dapat mencapai 1000 derajat celcius.

2.3 Tanah Liat

a. Defenisi Tanah Liat

Tanah liat merupakan bahan alami yang tersusun dari lapisan mineral berbutir halus yang mempunyai sifat plastisitas pada campuran air yang sesuai, tetapi akan mengeras ketika dibakar. Sifat plastis pada tanah liat sangat penting dalam proses pembuatan batu bata. Apabila tanah liat yang digunakan mempunyai sifat plastis yang tinggi, maka akan mengakibatkan batu bata memiliki sifat kekeringan yang tinggi. Sehingga akan mempengaruhi kekuatan, penyusutan, dan mempengaruhi hasil pembakaran batu bata yang sudah jadi (Syahland, 2016).

Tanah liat merupakan suatu bahan dalam pembuatan batu bata merah yang memiliki sifat plastis dan akan menyusut jika dikeringkan. Tanah liat akan mengalami perubahan warna jika dipanaskan. Warna-warna yang muncul dari tanah liat ini tergantung dari zat-zat yang terkandung di dalamnya seperti alumunium, besi, karbon, mangaan, maupun kalsium. Senyawa-senyawa besi akan menghasilkan warna krem, kuning, merah, hitam dan coklat. Liconit merupakan senyawa besi yang dapat menghasilkan warna krem, kuning, dan coklat. Hematit merupakan senyawa yang dapat menghasilkan warna merah. Mangaan merupakan senyawa yang dapat menghasilkan warna coklat. Sedangkan karbon merupakan senyawa yang dapat menghasilkan warna biru, abu-abu, hijau, atau coklat (Hartono, 1978).

Hardiyatmo (1999), sifat-sifat yang dimiliki tanah liat atau lempung adalah sebagai berikut :

1. Ukuran butir halus kurang dari 0,0002mm
2. Permeabilitas rendah
3. Bersifat sangat kohesif
4. Kadar kembang susut yang tinggi

Bunga Prameswari (2008), komposisi tanah liat yang dianalisa dengan menggunakan alat *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dapat dilihat pada tabel komposisi tanah liat.

Tabel 2.3 komposisi tanah liat

Nama	Elemen	Konsentrasi(%)
C	Carbon	0,33
O	Oksigen	46,91
Al	Aluminium	22,05
Si	Silika	13,42
S	Sulfur	0,23
Ca	Kalium	0,21
Fe	Besi	14,78

Sumber : (Prameswari, 2008)

2.4 Fly Ash (Abu Terbang)

Material sementius (*Cementitious Materials*) yang disyaratkan dalam pasal 3, yang mempunyai nilai pengikatan bilamana digunakan pada beton oleh material tersebut sendiri, seperti semen Potrald, semen hidrolik campuran, dan semen ekspansif, atau bahan semacamnya itu yang dikombinasikan dengan abu terbang (Fly Ash), Pozzolan alami ataupun bahan alam terkalsinasi lainnya, Slica fume, dan atau Slag Tanur (*blastfurnace slag*) berbutir (SNI 03-2847,2019).

a. Pengertian Fly Ash

Fly Ash merupakan limbah berupa partikel - partikel halus sisa pembakaran batubara pada pembangkit listrik yang terdapat dalam

jumlah banyak sehingga membutuhkan pengelolaan lebih lanjut agar tidak berdampak buruk terhadap lingkungan.

b. Sifat – sifat Fly Ash

Abu terbang tidak memiliki kemampuan mengikat seperti halnya semen, namun dengan kehadiran air dan ukuran yang halus, oksida silica yang dikandung dalam Fly Ash akan bereaksi secara kimia dengan kalsium hidrolik yang terbetuk dari proses hidrasi semen dan menghasilkan zat yang memiliki kemampuan yang mengikat. Berikut adalah sifat-sifat Fly Ash:

1. Sifat Fisik

Menurut ACI *Committee 226*, dijelaskan bahwa abu terbang (Fly Ash) mempunyai butiran halus, yaitu lolos ayakan No. 325 (45 mikron) 5-27%. Fly Ash pada umumnya berbentuk bola padat dan berongga. Abu terbang memiliki densitas 2,23 gr/cm³, dengan kadar air sekitar 4%. Fly Ash memiliki specific gravity antara 2,15-2,6 dan warna abu-abu kehitaman. Ukuran partikel abu terbang hasil pembakaran batu bara bituminous lebih kecil dari 0,075 mm. Fly Ash memiliki luas area spesifiknya 170-1000 m²/kg. ukuran partikel rata-rata fly ash jenis sub-bituminous 0,01 mm – 0,015 mm, luas permukaan 1-2 m²/g, bentuk partikel mostly spherical, yaitu sebagian besar berbentuk bola, sehingga menghasilkan kelecakan yang lebih baik.

2. Sifat Kimiawi

Sifat kimia dari Fly Ash dipengaruhi oleh jenis batubara yang dibakar, teknik penyimpanan, dan penanganannya. Pembakaran batubara Lignit dan sub-bituminous menghasilkan abu terbang kalsium dan magnesium oksida lebih banyak dari pada jenis bituminous. Komponen utama Fly Ash batu bara adalah silica (SiO₂), Aluminium (Al₂O₃), Besi Oksida (Fe₂O₃), Kalsium (CaO); dan Magnesium, Potassium, Sodium, Titanium,

dan Belerang dalam jumlah yang sedikit. Komposisi dan klasifikasi Fly Ash dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.4 Komposisi dan Klasifikasi Fly Ash

Komposisi	Bituminous	Sub-Bituminus	Lignit
SiO ₂	20-60	40-60	15-45
Al ₂ O ₃	5-35	20-30	20-25
Fe ₂ O ₃	10-40	4-10	4-15
CaO	1-12	5-30	15-40
MgO	0-5	1-6	3-10
SO ₃	0-4	0-2	0-10
Na ₂ O	0-4	0-2	0-6
K ₂ O	0-3	0-4	0-4
LOI	0-15	0-3	0-5

Sumber: ACI *Communitte* 226

3. Klasifikasi Fly Ash (Abu Terbang)

Abu terbang atau Fly Ash dapat dibedakan menjadi tiga jenis (ACI *Manual of Concerete practice* 1995 parts 1 226.3R-3), yaitu:

3.1 Kelas C

Fly Ash yang mengandung CaO lebih dari 10% yang menghasilkan dari pembakaran Lignite atau Sub-bitumen batu bara (batu bara muda). Senyawa lain yang terkandung didalamnya: SiO₂ (30-50%), Al₂O₃ (17-20%), Fe₂O₃, MgO, Na₂O dan sedikit K₂O, mempunyai specific gravity 2,13-2,86. Mempunyai sifat Pozzolan, tetapi juga langsung bereaksi dengan air. Untuk membentuk CSH (CaO. SiO₂.2H₂O). Kalsium Hidroksida dan Ettringite yang mengeras seperi semen.

3.2 Kelas F

Flys Ash yang mengandung CaO kurang dari 10% yang menghasilkan dari pembakaran anthracite atau bitumen

batubara. Senyawa lain yang terkandung didalamnya: SiO₂ (30-50%), Al₂O₃ (45-60%), MgO, K₂O dan sedikit Na₂O. mempunyai specific gravty 2,15-2,45. Bersifat seperti Pozzolan, tidak bisa mengendap kerana terkandung CaO yang kecil.

3.3 Kelas N

Pozzolan alam atau hasil pembakaran yang dapat di golongankan antar lain tanah diatomic, opaline chertz dan shales, tuff dan abu vulkanik yang mana biasa diproses melalui pembakaran atau tidak melalui proses pembakaran. Selain itu, juga mempunyai sifat Pozzolan yang baik.

2.5 Pengujian Batu Bata

a. Kuat Tekan Batu Bata

Kuat tekan suatu material didefenisikan sebagai kemampuan material menahan beban atau gaya mekanis sebagai kemampuan material dalam menahan beban atau gaya mekanis sampai terjadinya kegagalan (failure). Persamaan kuat tekan : (E.P.Popov,1995)

$$\sigma = \frac{P}{L} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

σ = Tekanan (MPa)

P = Beban maksimum (N)

A = Luas bidang permukaan (mm²)

Nilai kuat tekan batu bata menurut SNI-2094-2000 dibagi menjadi 3 kelas kekuatan yang diketahui dari besar kekuatan tekan yaitu : kelas 50, kelas 100, kelas 150. Dapat dilihat pada tabel 2.2

b. Penyerapan air

Menurut (Prayuda, 2018) penyerapan air adalah kemampuan maksimum batu bata untuk menyimpan atau menyerap air atau lebih dikenal dengan batu bata yang jenuh air. Standar yang disyaratkan pada

SNI-15-2094-2000 adalah penyerapan air maksimum bata merah pejal untuk pasangan dinding adalah 20%.

$$\text{Penyerapan} = \frac{A-B}{B} \times 100 \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

A = Berat SSD/kering permukaan (setelah rendam dlm air) (gr)

B = Berat setelah dioven (gr)

c. Kerapatan Semu (*Apparent Density*)

Standar yang disyaratkan pada SNI-15-2094-2000 adalah kerapatan semu minimum batu bata untuk pasangan

dinding adalah 1,2 gram/cm³. Kerapatan semu (*Qsch*)

$$Qsch = \frac{md}{c-b} \times dw \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

Md = Berat kering oven (gram)

b = Berat di dalam air (gram)

c = Berat setelah direndam (gram)

dw = Kerapatan (density) air 1,0

d. Kadar Garam

Kualitas kadar garam yang kurang dari 50 % permukaan batu bata merah tertutup oleh lapisan tipis berwarna putih karena pengkristalan garam-garam yang dapat larut, tidak membahayakan dan 50 % atau lebih dari permukaan batu bata merah tertutup oleh lapisan putih yang tebal karena pengkristalan garam-garam yang dapat larut dan bagian-bagian dari permukaan batu bata merah menjadi bubuk atau terlepas, hal ini membahayakan.

e. IRS ((Initial Rate of Suction)

Kemampuan dari batu bata dalam menyerap air pertama kali dalam satu menit pertama. Hal ini sangat berguna pada saat penentuan kadar air, Standar initial rate of suction (IRS) batu bata yang disyaratkan oleh ASTM C 67-03 adalah minimum 30 gr/mnt/193,55 cm².

$$R = (m^1 - m^2)K \dots\dots\dots(2.4)$$

dan Persamaan

$$K = \frac{193,55}{Luas Area} \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan :

m1 : Massa setelah direndam di air (gr)

m2 : Massa kering (gr)

Karena IRS memiliki satuan gr/mmt/193,55 cm², maka harus dikalikan dengan suatu faktor

f. Apparent Porosity

Protokol pengujian standar ASTM C20 (2000) untuk batu bata, pengaruh porositas nyata pada kekuatan tekan dievaluasi, karena masing-masing batu bata dihancurkan setelah menentukan berat tersuspensi dan berat jenuh dari batu bata yang diproduksi.

$$P = \left(\frac{W-D}{W-D} \right) \times 100 \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan :

P : Porositas Semu

W : Berat jenuh setelah direndam (gram)

D : Berat setelah dioven (gram)

S : Berat di dalam air (gram)

2.6 Standar Deviasi

Setelah hasil uji kuat tekan didapatkan lalu dilakukan perhitungan standar deviasi guna untuk mengetahui faktor perbedaan nilai dari masing-masing sampel dalam satu lokasi karena semakin besar penyimpangan (Sd) maka semakin kecil nilai kuat tekan bata yang didapatkan.

Standar deviasi dapat dihitung dengan rumur :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.7)$$

Ket :

S = Standar deviasi

x_i = kuat tekan bata

\bar{x} = kuat tekan rata-rata

n = jumlah data

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang didapat dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Hasil uji kuat tekan batu bata umur 7 hari dan umur 28 hari untuk variasi FA15, FA30 dan FA45 menunjukkan penurunan nilai uji kuat tekan. Dan tidak ada pengaruh hari terhadap uji kuat tekan batu bata umur 7 hari dan 28 hari.
2. Nilai optimum kuat tekan batu bata terdapat pada umur 7 hari adalah FA15 sebesar 5,06 Mpa dan Umur 28 hari FA15 sebesar 5,78 Mpa.
3. Dari hasil uji daya serap dan kerapatan semu bata merah di setiap penambahan variasi fly ash menunjukkan peningkatan daya serap di setiap penambahan fly ash hal ini berbanding terbalik nilai uji pada kerapatan semu dimana kerapatan semu akan semakin menurun.
4. Tidak terdapat kandungan garam pada semua sampel yang telah di uji.
5. Kemampuan penyerapan air untuk menit pertama variasi FA30 dan FA45 tidak memenuhi syarat ASTM C 67-03 dengan nilai melebihi 30 gr/mnt/193,55cm². Sementara Untuk Sampel FA0 (Kontrol) dan FA15 memenuhi persyaratan ASTM C 67-03 dengan nilai dibawah 30 gr/mnt/193,55cm²
6. Porositas meningkat seiring dengan peningkatan jumlah persentase bahan tambah fly ash dan akan mengalami penurunan pada variasi 45%. Batu bata dengan porositas tinggi biasanya lebih ringan dari batu bata dengan porositas rendah.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat diajukan saran sebagai berikut:

1. Penelitian ini dapat dikembangkan dengan beberapa perbandingan benda uji yang lebih variatif untuk mencapai mutu yang lebih baik.
2. Diharapkan penelitian ini dapat dikembangkan dengan menggunakan metode perawatan berbeda untuk lebih memastikan kuat tekan maksimal
3. Perlu di lakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui variasi lebih besar lebih dari 45% atau lebih rendah dari 15%
4. Penelitian lanjutan mengukur suhu pembakaran tradisional per lama pembakaran.
5. Penelitian lanjutan menggunakan ukuran cetakan sampel uji dengan memperhitungkan penyusutan selama proses pembuatan, agar hasil akhir dari sampel tidak menyimpang jauh dari ukuran dimensi batu bata yang disyaratkan.
6. Penelitian lanjutan dengan menggunakan tungku pembakaran modern agar panas pembakaran dapat dikontrol dengan mudah.
7. Untuk variasi FA45% tidak perlu lagi di lakukan pengujian di karenakan variasi tersebut gagal atau tidak dapat di cetak oleh mesin press batu bata

DAFTAR PUSTAKA

- Anam, C., & Handayani, S. (2010). Mi kering waluh (*cucurbita moschata*) dengan antioksidan dan pewarna alami. *Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture*, 25(1), 72-78.
- Armeyn, A. (2014). Kuat Tekan Beton Dengan Fly Ash Ex. Pltu Sijantang Sawahlunto. *Jurnal Momentum ISSN: 1693-752X*, 16(2).
- Ardi, A. W., & Iswadi, I. (2016). Uji Kuat Tekan, Daya Serap Air dan Densitas Material Batu Bata dengan Penambahan Agregat Limbah Botol Kaca. *JFT: Jurnal Fisika dan Terapannya*, 3, 69-80
- Adilana,rizkyputra.Mekanika teknik E.P,Popov Versi S1.pdf. https://www.academia.edu/33337091/mechanika_teknik_E_P_POPOV_ersi_SI_pdf.
- Budi Arso, G. (2019). *Efisiensi Tungku Tipe Box Dengan Tungku Berbentuk Tabung Dengan Bahan Tanah Liat Dan Abu Sekam Padi* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Jember).
- Candra, A. I., Romadhon, F., & Azhari, F. M. (2022). Pendampingan Peningkatan Kualitas Batu Bata Dengan Limbah Sekam Padi Dan Fly Ash Dalam Pembuatan Bata Merah Di Desa Gambirejo Tanjunganom Nganjuk. *Jurnal Ilmiah Pangabdhi*, 8(1), 34-38
- Candra, A. I., & Amal, A. S. (2021, December). Optimalisasi Kuat Tekan Bata Merah dengan Penambahan Fly Ash dan Abu Sekam Padi. In *Seminar Keinsinyuran Program Studi Program Profesi Insinyur* (Vol. 1, No. 2).
- Garinas, W. (2015). Perbaikan Mutu Ball Clay Untuk Bahan Baku Keramik Halus Dengan Proses Pengendapan= The Improvement Quality Of Ball Clay For Fine Ceramic Raw Materials Using Precipitation Process. *Majalah Ilmiah Pengkajian Industri*, 9(3), 157-166.
- Gunawan, A., Pangestu, A. A., Rahmayanti, E., Saputra, A. A., Rini, I. D. W. S., Zulfikar, A., & Arobi, A. I. (2022). Pengaruh Penambahan H₂O₂ sebagai Foaming Agent pada Karakteristik Batu Bata Ringan Tahan Api Berbahan Dasar Fireclay dan Fly Ash PLTU Teluk Balikpapan. *SPECTA Journal of*

Technology, 6(1), 18-24.

- Handayani, S. (2010). Kualitas Batu Bata Merah Dengan Penambahan Serbuk Gergaj. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, 12(1), 41-50.
- Ichsan, I. (2018). Pengaruh penambahan pasir pada endapan lumpur danau limboto sebagai pembuatan batu bata. *Gorontalo Journal of Infrastructure and Science Engineering*, 1(2), 8-15.
- Indriyati, T. S., Malik, A., & Alwinda, Y. (2019). Kajian pengaruh pemanfaatan limbah FABA (Fly Ash dan Bottom Ash) pada konstruksi lapisan base perkerasan jalan. *Jurnal Teknik*, 13(2), 112-119.
- Prayuda, H., Setyawan, E. A., & Saleh, F. (2018). Analisis sifat fisik dan mekanik batu bata merah di Yogyakarta. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, 1(2), 94-104.
- Prasetyo, R., & Saleh, R. (2023, September). Studi Literatur Pengaruh Pemanfaatan Fly Ash Dan Variasi Limbah Plastik Pet Terhadap Sifat Kuat Tekan Paving Block. In *Prosiding Seminar Pendidikan Kejuruan dan Teknik Sipil (SPKTS)* (Vol. 1).
- Saputro, E. A., Yogaswara, R. R., Erliyanti, N. K., & Romalawati, M. (2020). Pemanfaatan Limbah Biosolid dan Fly Ash untuk Pembuatan Batu Bata. *Jurnal Teknik Kimia*, 14(2), 68-72.
- Syaelendra, T., Septiandini, E., & Nasution, N. (2012). Analisis Mutu Batu Bata Merah Pejal Tradisional Di Jakarta Terhadap SNI 15-2094-2000. *Menara: Jurnal Teknik Sipil*, 7(1)
- Syahland, S. J. (2016). Pengaruh Proses Pembuatan Batu Bata Merah Asal Lampung Terhadap Karakteristik Batu Bata yang Dihasilkan. *Inovasi Pembangunan: Jurnal Kelitbangan*, 4(01), 72-82.
- Trisnaliani, L., Purnamasari, I., Zikri, A., & Yuliati, S. (2018). Pengelolaan Lingkungan Dengan Cara Memanfaatkan Fly Ash Batubara Sebagai Bahan Baku Membran Silika Dalam Upaya Meminimalisir Limbah B3 Di PT Semen Baturaja OKU. *Aptekmas Jurnal Pengabdian pada Masyarakat*, 1(2).

SNI 15 – 2094 – 2000

SNI 15 – 0449 - 1989