

SKRIPSI

**PEMANFAATAN PASIR PANTAI PAMBOANG PADA BATA RINGAN
DENGAN PENAMBAHAN FOAM AGENT 1/60**

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (ST) Pada
program Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas
Sulawesi Barat



DiSusun Oleh:

APRIANI

D01 20 014

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SULAWESI BARAT

MAJENE 2024

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
PEMANFAATAN PASIR PANTAI PAMBOANG PADA BATA RINGAN
DENGAN PENAMBAHAN *FOAM AGENT* 1/60

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (ST)
Pada Program Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Sulawesi Barat

Oleh

APRIANI

D0120014

(Program Studi Teknik Sipil)

Universitas Sulawesi Barat

Menyetujui,

Tim Pembimbing

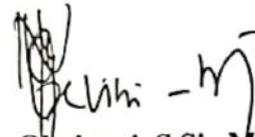
Mengetahui:

Pembimbing 1

Pembimbing 2



Dr. Eng. Ir. Dahlia Patah, S.T., M.Eng
NIP. 19860825 201504 2 001



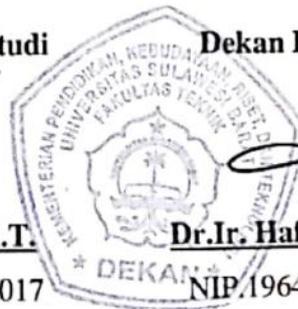
Nur Okvivani, S.Si., M.T
NIP. 19901022 202203 2 012

Koordinator Program Studi

Dekan Fakultas Teknik



Amalfa Nurdin, S.T., M.T.
NIP. 19871212 201903 2 017



Dr. Ir. Hafsah Nirwana, M.T
NIP. 19640405 199003 2 002

LEMBAR PENGESAHAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : APRIANI

Nim : D0120014

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Judul Skripsi : Pemanfaatan Pasir Pantai Pamboang Pada Bata Ringan dengan Penambahan *Foam Agent* 1/60

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Kesarjanaan disuatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang Pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar Pustaka.

Majene, Oktober 2024

Yang membuat Pernyataan



APRIANI

D0120014

ABSTRAK

PEMANFAATAN PASIR PANTAI PAMBOANG PADA BATA RINGAN DENGAN PENAMBAHAN FOAM AGENT 1/60

Apriani

Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Barat

Aprianiani118@gmail.com

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pemanfaatan pasir pantai pamboang di kabupaten majene, Provinsi Sulawesi Barat, Indonesia dengan Standar SNI 8640-2018, Pada bata ringan dan foam agent 1/60. Dengan beberapa pengujian diantaranya Uji Kuat tekan, Uji *Apparent Porosity*, Uji *Sorptivity* dan Uji *Electrical Resistivity*. Hasil pengujian Uji kuat tekan Nilai kuat tekan bata ringan dengan penggunaan pasir pantai pamboang dan foam agent pada umur 28 hari mengalami kenaikan nilai kuat tekan dan mengalami penurunan pada umur 91 hari. Hasil pengujian *apparent Porosity* dengan penggunaan pasir pantai pamboang dan foam agent dimana pada umur 28 dan 91 hari pada variasi F060-PP-TW-AP0, F060-PP-TW-AP25, F060-PP-TW-AP50, F060-PP-TW-AP75 dan F060-PP-TW-AP100 yaitu daya serap mengalami kenaikan pada umur 91 hari, dan mengalami kenaikan pada umur 91 hari pada uji *sorptivity*. Penggunaan pasir pantai pamboang dan foam agent pada hasil pengujian *Sorptivity* yaitu pada umur 91 hari mengalami peningkatan berturut-turut dengan waktu yang ditentukan. Penggunaan pasir pantai Pamboang dan foam agent pada hasil pengujian *electrical Resistivity* yaitu pada umur 28 dan 91 hari kategori (*Very Low* >100-200 k Ω -cm) dimana kategori ini menunjukkan resiko terjadinya korosi sangat rendah pada benda uji.

Kata kunci : *Bata Ringan, SNI 8640-2018, Pasir pantai Pamboang, Foam Agent*

ABSTRACT

UTILISATION OF PAMBOANG BEACH SAND IN LIGHTWEIGHT BRICKS WITH THE ADDITION OF FOAM AGENT 1/60

Apriani

Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of West Sulawesi

Aprianiani118@gmail.com

This study aims to determine the utilization of Pamboang beach sand in Majene Regency, West Sulawesi Province, Indonesia with SNI 8640-2018 Standards, in lightweight bricks and foam agents 1/60. With several tests including Compressive Strength Test, Apparent Porosity Test, Sorptivity Test and Electrical Resistivity Test. Test results Compressive strength test The compressive strength value of lightweight bricks with the use of Pamboang beach sand and foam agent at the age of 28 days experienced an increase in compressive strength value and decreased at the age of 91 days. The results of the apparent Porosity test with the use of Pamboang beach sand and foam agent where at the age of 28 and 91 days in the variations of F060-PP-TW-AP0, F060-PP-TW-AP25, F060-PP-TW-AP50, F060-PP-TW-AP75 and F060-PP-TW-AP100, namely the absorption power increased at the age of 91 days, and increased at the age of 91 days in the sorptivity test. The use of Pamboang beach sand and foam agent in the results of the Sorptivity test, namely at the age of 91 days experienced an increase in succession with the specified time. The use of Pamboang beach sand and foam agent on the results of electrical Resistivity testing, namely at the age of 28 and 91 days, the category (Very Low > 100-200 kΩ-cm) where this category indicates a very low risk of corrosion on the test object.

Keywords: Lightweight Brick, SNI 8640-2018, Pamboang beach sand, Foam Agent

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bata ringan adalah blok bata yang berbentuk prisma siku dengan ukuran lebih besar dari bata merah, memiliki bobot isi yang lebih rendah dari bahan bangunan beton ataupun bata beton pada umumnya (SNI 8640-2018). Beton ringan umumnya dihasilkan dengan cara mengurangi agregat kasar sehingga beton akan berpori dan berongga dan menghasilkan berat yang ringan hal ini bisa dilakukan dengan menggunakan foam agent. Selain dengan mengurangi bagian agregat kasar, bisa juga dengan mengganti agregat kasar tersebut dengan agregat kasar lain yang lebih ringan. Umumnya agregat kasar pada beton normal adalah agregat yang mempunyai ukuran 5 mm hingga 40 mm dengan berat isi mencapai lebih dari 2 gr/cm³ (SNI 03-2834-2000). Sementara dalam proses pembuatan beton ringan struktural agregat kasar tersebut diganti dengan agregat ringan yang mempunyai berat isi maksimal 1,1 gr/cm³. Agregat ringan ini terbagi menjadi 2 bagian, yaitu agregat ringan alami dan agregat ringan buatan (SNI 03-3449-2002).

Foaming Agent digunakan sebagai pengembang karena ketika dicampurkan dengan campuran yang lainnya menjadi bata ringan, foaming agent bereaksi dengan kalsium hidrosida ($\text{Ca}_2(\text{OH})_2$) atau kapur nonaktif dengan air dan membentuk hidrogen. Gas hidrogen mengembang dan melipatkan volume campuran untuk bata ringan (menciptakan gelembung hingga diameter lebih dari 1/8 inchi) hingga dua kali lipat dan juga mempercepat pengembangan adonan bahan. (Taufik, H., Kurniawandy, A., & Arita, D. (2017).

Skimcoat atau lebih dikenal dengan plamir beton adalah plamir berkualitas tinggi dengan teknologi Jerman yang mempunyai daya tahan yang tinggi, kuat dalam perubahan cuaca, tidak retak, dan kekuatan ikatnya yang sangat baik. Adapun komposisi yang terkandung didalam Skimcoat ini terdiri dari semen, serbuk kapur dan polymer. Skimcoat dapat digunakan untuk stabilisasi tanah sebagai zat aditif campuran tanah, dikarenakan Skimcoa

memiliki sifat sebagai berikut yaitu memberikan sifat yang dapat mengeras bila bereaksi dengan air, memudahkan pengolahan pada adukan mortar, mengikat kapur bebas, yang timbul pada ikatan semen. (Irtanto, H. B., Pamuttu, D. L., Kakerissa, Y., & Pasalli, D. A. (2024).

Menurut (Ari Dwi Raharjo , Soebagio 2020) manfaat menggunakan bata ringan yaitu bata ringan lebih ringan dibandingkan bata lainnya, lebih tahan air, tidak perlu diplester, pemasangan cepat, dan juga pemasangan lebih bersih.

Perbandingan antara bata ringan dan bata merah yaitu secara berat, bata merah memiliki berat 250 kg/cm², sedangkan bata ringan memiliki berat 57,5 kg/cm², atau dengan kata lain bata ringan lebih ringan 4,34 kali dibandingkan dengan bata merah. Adanya perbedaan berat ini, maka pemilihan bata ringan sebagai salah satu alternatif penutup dinding, akan mengakibatkan penghematan desain dari struktur konstruksi. Meskipun harga material dari pekerjaan pemasangan dinding bata ringan lebih mahal dibandingkan dengan bata merah, namun material bata ringan lebih cepat dalam proses pemasangannya dan beratnya lebih ringan dibandingkan dengan material bata merah. Perbedaan ini, tidak akan terasa pengaruhnya apabila diaplikasikan pada *low-rise building*. Namun akan terasa pengaruhnya ketika hal ini diaplikasikan pada *high-rise building*. Hal ini disebabkan oleh karena faktor kecepatan pekerjaan dan berat material, yang sangat menentukan penghematan dari biaya proyek tersebut. (Hidayat, F. (2010))

Agregat yang digunakan sebagai penelitian adalah agregat pasir laut yang berasal dari pasir pantai pamboang. SNI 03-6861.1-2002, menyebutkan bahwa agregat halus yang digunakan pada struktur beton sebaiknya menggunakan pasir sungai. Namun demikian, penggunaan agregat halus di kabupaten majene secara umum masih tergantung pada pasir laut yang potensinya cukup besar di daerah ini. Alasan utama penggunaan pasir laut disebabkan karena biaya mobilisasi untuk mendatangkan pasir sungai antara daerah yang cukup tinggi. Dan juga ketersediaan pasir sungai untuk pembuatan bata ringan sangat terbatas, terutama di wilayah pesisir. Untuk

mengatasi masalah ini, dalam dekade terakhir para peneliti mulai menyelidiki potensi pemanfaatan pasir laut sebagai pilihan untuk produksi bata ringan.

Dari apa yang telah diuraikan sebelumnya, maka diperlukan inovasi untuk memanfaatkan tersedianya pasir pantai yang begitu banyak. Dibidang Teknik Sipil, salah satu cara yang dapat dilakukan adalah memanfaatkan pasir pantai sebagai bahan campuran bata ringan. Pasir pantai memiliki kandungan CaO_3 dan SiO_2 . Pada pasir pantai, kandungan CaO_3 mencapai 66,7% sedangkan kandungan SiO_2 mencapai 7,88%. Adapun fungsi CaO_3 adalah dapat melindungi sifat korosi yang ada dan SiO_2 dapat menaikkan Kuat Tekan Bata ringan (Shinta, 2009).

Dari penelitian (Patah, D., & Dasar, A. (2023, September) hasil penelitian tentang benda uji yang di campur dengan pasir laut dengan air ledeng, pasir laut dan penambahan RHA 5% yang secara efektif mampu menahan korosi yang serupa dengan beton normal. Oleh karena itu, dengan memanfaatkan material yang kurang termanfaatkan dengan baik, namun mempunyai potensi yang dapat meningkatkan kinerja bata ringan, maka penggunaan pasir pantai sebagai agregat halus sebagai bahan campuran bata ringan di harapkan akan menghasilkan bata ringan dengan mutu yang diinginkan, ekonomis dan ramah lingkungan.

Pada penelitian ini digunakan pasir pantai yang berasal dari pantai Pamboang sebagai penyusun Bata Ringan. Berdasarkan uraian di atas, maka dilakukan penelitian untuk mengetahui kekuatan bata ringan menggunakan pasir pantai dari Pantai Pamboang sebagai pengganti agregat halus. Serta Foam Agent yang digunakan sebagai campuran Bata ringan, dimana fungsi Foam Agent sendiri sebagai media pembungkus udara yang menghasilkan pori sehingga membuat bata menjadi ringan. Dari latar belakang diatas, maka diberikan judul untuk penelitian ini yaitu “PEMANFAATAN PASIR PANTAI PAMBOANG PADA BATA RINGAN DENGAN PENAMBAHAN FOAM AGENT 1/60”.

1.2 Rumusan Masalah

Dengan memanfaatkan pasir pantai sebagai agregat halus dalam pembuatan beton ringan dapat di ambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana penggunaan Pasir pantai Pamboang dan foam Agent pada Hasil Uji kuat Tekan?
2. Bagaimana penggunaan pasir pantai pamboang dan foam agent Pada Hasil Pengujian *Apparent Porosity*?
3. Bagaimana penggunaan pasir pantai pamboang dan foam agent pada Hasil Pengujian *Sorptivity*?
4. Bagaimana penggunaan pasir pantai pamboang dan foam agent pada hasil pengujian *Electrical Resistivity*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang ada maka diperoleh tujuan penelitian berikut :

1. Untuk mengetahui Nilai mutu uji kuat tekan terhadap penggunaan pasir pantai pamboang dan *Foam agent*
2. Untuk mengetahui Hasil Pengujian *Apparent Porosity* terhadap penggunaan pasir pantai pamboang dan *Foam agent*
3. Untuk mengetahui Hasil Pengujian *Sorptivity* terhadap penggunaan pasir pantai pamboang dan *Foam agent*
4. Untuk mengetahui Hasil Pengujian *Electrical Resistivity* terhadap penggunaan pasir pantai pamboang dan *Foam agent*

1.4 Manfaat penelitian

Hasil dari penelitian ini di harapkan mampu memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Sebagai Mahasiswa dapat memperdalam ilmu, menambah wawasan tentang manfaat Pasir Pantai Pamboang Kabupaten Majene Terhadap Uji Tekan, *Apparent Porosity*, *Sorptivity*, dan *Electrical Resistivity* Batu bata ringan.
2. Dapat menjadi bahan refrensi bagi peneliti selanjutnya
3. Untuk masyarakat sebagai konsumen, dapat mengetahui lebih detail spesifikasi batu bata ringan.

1.5 Batasan Masalah

Agar permasalahan dalam penelitian ini tidak terlalu luas, maka ruang lingkup pembahasannya dibatasi sebagai berikut:

1. Agregat halus (pasir) yang digunakan berasal dari pantai pamboang, kecamatan pamboang, Kabupaten Majene.
2. Semua agregat yang digunakan dicuci terlebih dahulu, untuk memastikan kadar lumpur dalam agregat tidak tinggi.
3. Semen yang di gunakan adalah semen Portland Type 1 merek Tonasa
4. Semen putih digantikan dengan aplus
5. Factor air semen yang digunakan sebesar 40%
6. Foam Agent yang di gunakan sebesar 60%.
7. benda uji yang di gunakan adalah benda uji cetakan kubus yang berukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm untuk kuat tekan, *Apparent Porosity*, *sorptivity* dan *electrical resistivity*.
8. Perawatan beton atau *curing* dengan *freshwater* dilakukan pada suhu ruangan
9. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7 hari, 28 hari, dan 91 hari
10. Pengujian *Apparent Porosity* umur 28 hari dan 91 hari.
11. Pengujian *sorptivity* dan *electrical resistivity* pada umur 28 hari dan 91 hari.

1.6 Sistematika Penulisan

Secara umum, tulisan penelitian ini terbagi dalam lima (5) bab yaitu: pendahuluan, Tinjauan Pustaka, Metodologi Penelitian, Hasil Penguji dan Pembahasan dan diakhiri oleh Penutup. Berikut rincian sistematika penulisan penelitian ini.

BAB 1 LATAR BELAKANG

Pada bab ini berisikan pendahuluan yang memuat latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penulisan, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini memuat Tinjauan Pustaka serta teori-teori tentang bahan, metode penelitian dan segala yang bersangkutan dengan penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini memuat tentang tahap-tahap penelitian seperti studi kepustakaan, tempat dan waktu penelitian serta bahan-bahan yang digunakan juga berisi tentang bagan alur penelitian dan metode penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas hasil dan data – data Penelitian

BAB V PENUTUP

Bab ini memuat kesimpulan singkat mengenai hasil yang diperoleh dari penelitian dan disertai dengan saran – saran yang diusulkan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu ini menjadi salah satu acuan penulis dalam melakukan penelitian sehingga penulis dapat memperkaya teori yang digunakan dalam mengkaji penelitian yang dilakukan. Penulis mengangkat beberapa penelitian sebagai referensi dan memperkaya bahan kajian pada penelitian penulis. Selain itu, untuk menghindari anggapan kesamaan dengan penelitian ini. Maka dalam tinjauan pustaka ini peneliti mencantumkan hasil- hasil peneliti terdahulu sebagai berikut:

- a) Agung Nusantoro, Nurmansyah Alami, & Teguh Triyantono (2020). Analisis kuat tekan bata foam menggunakan pasir Laut Petahanan dengan variasi Bahan Aditif Sesuai SNI-03-6882-2002. Adapun metode yang digunakan adalah Metode Eksperimental yang di lakukan di di Labolatorium Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Purwojero. Dalam penelitian ini benda uji bata foam dengan variasi aditif 80%, 90%, 100%, 110% dan 120% dari mix design CV. Mutiara Jaya Precast, adapun variasi campuran. Jumlah benda uji masing-masing variasi sebanyak 5 buah sehingga total benda uji sebanyak 50 buah. Benda uji tersebut akan diuji kuat tekan pada umur 28 hari menggunakan foaming agent, dan adanya bahan tambahan aditif Consol. Dengan ukuran benda uji 10 x 20 x 60 cm, kemudian dipotong menjadi ukuran 5 x 5 x 5 cm sesuai SNI 03-6882-2002. Maka Kesimpulannya adalah hasil kuat uji tekan oprimum pada sampel PLD dengan variasi adiktif 110%. Semakin banyak penggunaan aditif maka dapat meningkatkan kuat tekan bata foam dan mencapai nilai optimum dengan variasi 110%. Apabila penggunaan berlebihan seperti pada sampel PLE variasi 120% maka akan mengalami penurunn kuat tekan.

- b) Deny, P. (2023). Pengaruh Salinitas Pasir Terhadap Kuat Tekan Bata Ringan (Doctoral dissertation, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka

Belitung). Metode penelitian yang digunakan adalah metode Eksperimen. Adapun tujuan penelitian ini adalah Mengetahui pengaruh kadar garam pasir yang diambil dari pasir pantai, pasir sungai dan pasir bangunan yang berada di kepulauan Bangka Belitung, dan Mengetahui kuat tekan bata ringan. Prosedur pengujian pada sampel bahan uji adalah Uji kuat Tekan, dan Uji Salinitas Pasir. Jumlah benda uji yang digunakan 27 sampel dengan 3 Replikasi dengan total benda uji sebanyak 81 sampel. Pada penelitian ini ada dua variable bebas yang disebut dengan faktor. Faktor A yaitu mengukur salinitas pasir dengan waktu 2 menit yang telah ditentukan dan faktor B yaitu ukuran dengan level 2 mesh dan 10 mesh, serta terdapat variable kontrol yaitu komposisi pasir bangunan dengan ukuran 300 gram, pasir sungai dengan ukuran 325 gram, dan pasir pantai dengan ukuran 350 gram, sedangkan komposisi semen dengan ukuran 100 gram, 125 gram, 150 gram dan sedangkan komposisi air dengan ukuran 80 ml, 90 ml, 100 ml. Kesimpulan pada penelitian kali ini adalah setelah dilakukan pengujian salinitas pasir menggunakan alat salinitas tester maka kadar garam pasir dapat diketahui dengan nilai paling tertinggi pada pasir pantai 290 *part permillion* (ppm), pasir bangunan sebesar 268 *part permillion* (ppm), dan pasir sungai sebesar 202 *part permillion* (ppm). Dan dari hasil pengujian kuat tekan tertinggi terdapat semen dengan nilai 7,910 Mpa dan air 7,177 Mpa. Sedangkan nilai kuat tekan terendah pada pasir 6,347 Mpa.

- c) Siagian, D. P. (2016). Analisa Penggunaan Foam Agent sebagai Bahan Dasar Pembuatan Bata Ringan. Adapun metode penelitian yang digunakan adalah Metode Eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh bahan-bahan penyusun, Campuran Beton (*Mix-Design*) *Light-Weight Concrete* yang dapat memenuhi Spesifikasi normal dengan nilai kuat tekan minimal 0,35 Mpa-7Mpa (3,569- 71 kg/cm²) (Tjokrodimuljo,1996). Adapun variasi campuran bata ringan adalah

variasi 1 semen 1 Kg, pasir 1,25 Kg, Foam 0,004 Mm, Air 0,53 Kg, variasi 2 semen 1,3 Kg, pasir 1,625 Kg, Foam 0,0052 Mm, Air 0,689 Kg, dan variasi 3 semen 1,6 Kg, pasir 2 Kg, Foam 0,0064 Mm, Air 0,84 Kg. Jadi kesimpulannya adalah dari variasi diatas maka akan menjadi komposisi bata ringan dan akan di bandingkan dengan komposisi bata tanpa *foam agent*. Variasi yang digunakan untuk bata ringan tanpa foam agent adalah dengan menggunakan campuran sampel 1 sehinggal dapat terlihat perbedaan hasil dengan penggunaan bahan *Foam agent* atau tidak.

- d) Taufik, H., Kurniawandy, A., & Arita, D. (2017). Tinjauan kuat tekan bata ringan menggunakan bahan tambah foaming agent. *Jurnal Sainitis*, 17(1), 52-62. Metode penelitian ini adalah metode eksperimental di Labolatorium Teknologi Bahan Fakultas Teknik Iniversitas Riau. Adapaun tujuannya adalah menganalisis kuat tekan bata ringan dengan campuran *foaming Agent optimum* dalam pembuatan CLC, meniliti sifat Fisik (ukuran gelembung) dan kimia dari CLC, menguji Akustik bata ringan, dan menguji ketahanan bata ringan terhadap temperatur tinggi. Adapun persentase variasi campuran *Foam agent* adalah 0,3%, 0,6%, 0,9%, 1,2%, 1,5% dari berat pasir, benda uji untuk *Trial Mix* berupa kubus dengan ukuran 15x15x15 cm dan benda uji pembuatan sampel dengan ukuran 60x20x7,5 cm, umur pengujian 7, 14, 28 hari. Dan pengujian yang dilakukan adalah Uji kuat tekan, Uji akustik, Uji SEM dan EDX dan Uji *furnace*. Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah Nilai kuat tekan dengan *Compression machine* 0,667 Mpa atau sebesar 67% dari kuat tekan rencana 1 Mpa, Dari pengujian SEM dapat disimpulkan sifat fisik dari beton mempunyai rongga pori sebesar 36%. Sedangkan EDX didapatkan OK dan CA K mempunyai proporsi terbesar. Dari uji akustik terhadap bata ringan sanggup meredam bunyi sampai 3%, dan bata ringan yang dimasukkan dalam *furnance*, kemudian didiamkan selama 1 jam pada suhu 250°C tidak mengalami keretakan, di suhu 500°C mengalami keretakan.

2.2 Batu bata

2.2.1 Pengertian Bata ringan

Bata ringan adalah bata yang mempunyai ciri khas yaitu pada berat, dalam volume yang sama bata ringan mempunyai berat yang lebih ringan dibanding bata lainnya (Ngabdurrochman,2009). Bata ringan ini dibuat agar dapat mengurangi beban struktur dari sebuah bangunan konstruksi, mempercepat pada proses pelaksanaan, serta meminimalisir sisa material yang terjadi pada saat proses pemasangan dinding. Menurut Deri Arita (2018) Beton ringan adalah batu bata yang memiliki berat jenis lebih ringan dari pada batu bata umumnya terutama bata yang terbuat dari tanal lempung. Berat bata ringan berkisar 600 – 1800 kg/m³ . Material bata ringan yang digunakan juga bervariasi, ada yang menggunakan campuran kapur seperti dijelaskan salah satunya oleh Muhammad Fadhlurrahman Hazim (2016) bahwa penggunaan bahan tambah kapur dengan persentase 10% akan menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar 5,3 Mpa.

Menurut Haryanti (2015) Bata diklasifikasikan menjadi dua golongan yaitu bata normal dengan densitas sekitar 2200-2400 kg/m³ dan bata ringan dengan berat jenisnya kurang dari 1800 kg/m³ . Pembuatan bata ringan dengan menggunakan campuran abu terbang sebesar 50% diperoleh kuat tekan 39,99 kg/cm² atau 3,92 MPa. Alasan lain penggunaan bata ringan selain bobotnya yang lebih ringan juga adanya efisiensi dalam pengerjaan seperti yang diteliti oleh Sentosa Limanto (2011) Penggunaan bata ringan sebagai dinding pada bangunan hotel produktifitas pekerja sebesar 3,445 m² /jam perhari untuk komposisi pekerja 1 tukang dengan 1 atau 2 pembantu tukang.

2.2.2 Jenis-jenis Bata Ringan

Ada 2 jenis bata ringan yang sering digunakan untuk dinding bangunan, yaitu *Autoclaved Aerated Concrete* (AAC) dan *Cellular Lightweight Concrete* (CLC). Kedua jenis bata ringan ini terbuat dari bahan dasar semen, pasir dan kapur, yang berbeda adalah cara

pembuatannya.

- a) Bata ringan AAC adalah beton konvensional dimana gelembung udara yang ada disebabkan oleh reaksi kimia, yaitu ketika aluminium pasta mengembang (L. Abe, 2005).

Bata ringan AAC merupakan bata ringan yang dimana proses pembuatan gelembung udara disebabkan oleh reaksi kimia, yaitu pada saat bubuk aluminium atau aluminium pasta mengembang seperti pada pembuatan roti saat penambahan bahan ragi untuk pengembangan adonan. Adonan bata ringan jenis AAC umumnya terdiri dari pasir kwarsa, kapur, gypsum, semen, air, dan aluminium pasta. Setelah semua adonan tercampur, nantinya adonan akan mengembang selama 4-6 jam. Bahan aluminium pasta tadi berfungsi juga sebagai pengeras beton. Volume aluminium pasta ini yaitu sebanyak 5-8% dari volume adonan yang akan dibuat. Kemudian adonan tersebut dipotong sesuai ukuran yang diinginkan dan dimasukkan kedalam autoclave chamber atau diberi uap panas dan diberi tekanan tinggi. Suhu di dalam autoclave chamber sekitar 180°C-200 °C dan tekanan antara 1,5 – 1,6 Mpa. Hal ini dilakukan sebagai proses pengeringan atau pematangan.

Pada jenis AAC ini, gelembung udara yang terbentuk saling berhubungan satu dengan yang lainnya, hal ini menyebabkan air mudah diresap oleh bata ringan, oleh karena itu, harus diberikan pelindung kedap air seperti plaster. Untuk mendapatkan nilai kuat tekan tinggi, proses pengeringan (curing) pada jenis ini menggunakan tabung autoklaf yang bertekanan tinggi. Namun juga proses curing tersebut dapat mengganggu proses hidrasi dari semen. Oleh karena itu bata ringan jenis AAC harus terlindungi dari kelembaban. Proses pembuatan bata ringan jenis AAC berbeda dengan bata ringan jenis CLC dan peralatan canggih serta modal yang relatif besar namun kapasitas yang didapatkan cukup tinggi yaitu sekitar

300 m³ perhari.

- b) Bata ringan CLC adalah beton selular yang mengalami proses curing secara alami. Sedangkan CLC sendiri adalah beton konvensional yang mana agregat kasar (kerikil) digantikan oleh udara, dalam prosesnya menggunakan busa organik yang stabil dan tidak ada reaksi kimia ketika proses pencampuran adonan, foam/busa berfungsi sebagai media untuk membungkus udara (N. Kristanti, 2008).

2.2.3 Kelebihan dan Kekurangan

Beton ringan juga tentunya memiliki kelebihan dan kekurangan dalam penggunaannya, adapun kelebihan dan kekurangan menurut (Ari Dwi Raharjo, Soebagio 2020) ialah sebagai berikut:

a) Kelebihan Bata Ringan

1) Ringan

Sesuai namanya, bata ringan memiliki bobot yang ringan sehingga tidak membebani struktur. Kalau memakai bata biasa, akan lebih sulit untuk melakukan penambahan lantai atau meningkat rumah, karena dikhawatirkan struktur tidak kuat.

2) Lebih tahan air

Bata yang dibuat di pabrik ini dinyatakan lebih kedap air, sehingga rumah akan lebih tahan terhadap cuaca hujan yang lembab.

3) Tidak perlu diplester

Bentuk bata ringan sangat halus karena dikerjakan oleh mesin pabrik yang memiliki standard produk. Karenanya, tampilan bata ringan yang sudah terpasang dengan sendirinya terlihat halus. Nyaris tidak dibutuhkan plasteran untuk bata ringan ini. Namun sebaiknya plasteran tetap dilakukan untuk melindungi material dinding dari rembesan air hujan dan cuaca buruk.

4) Pemasangan cepat

Karena bentuknya presisi dan pemasangan menggunakan mortar atau perekat instan, maka proses pengerjaan pasangan bata ringan ini lebih cepat. Ukurannya pun lebih besar, yaitu berdimensi 60 cm x 20 cm. Tebalnya bervariasi, mulai 7,5 cm sampai 15 cm.

5) Pemasangan Lebih Bersih

Berbeda dengan pengerjaan pasangan batu bata biasa yang membutuhkan campuran mortar dari pasir dan semen, hebel block hanya membutuhkan semen instan yang dicampur sedikit air. Hasilnya, pemasangan lebih bersih dan praktis, terhindar dari noda pasir yang berceceran.

b) Kekurangan Bata Ringan

- 1) Membutuhkan tukang berpengalaman Pemasangan bata ringan berbeda dari pengerjaan pasangan bata biasa. Roskam yang dipakai pun berbeda, yakni roskam bergigi. Karenanya, dibutuhkan tukang yang lebih ahli dan telah berpengalaman dalam memasang bata hebel. Sebaiknya Anda teliti lebih dahulu apakah pemborong yang dipakai sudah berpengalaman dalam memasang bata hebel ini.
- 2) Proses pengeringan lebih lama
Kalau bata ringan ini sampai terlalu basah akibat hujan, maka proses pengeringannya butuh waktu yang lebih lama

2.3 Material penyusun Bata Ringan

2.3.1 Semen Portland

Semen Portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama - sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain (Badan Standardisasi Nasional, 2015) Jenis atau tipe semen yang

digunakan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton, dalam hal ini perlu diketahui tipe semen yang distandarnisasi di Indonesia.



Gambar 2.1 Semen Portland
Sumber : proyeksipil.blogspot.com

Menurut (SNI, 15-2049-2004). Jenis semen portland dibagi menjadi lima yaitu:

- a) Jenis I yaitu semen Portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.
- b) Jenis II yaitu semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
- c) Jenis III semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
- d) Jenis IV yaitu semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.
- e) Jenis V yaitu semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

Semen merupakan bahan yang bersifat hidrolis, yaitu bahan yang mengalami proses pengerasan jika dicampur dengan air ataupun larutan asam. Bahan dasar semen terdiri dari tiga (3) macam, yaitu clinker/terak semen sebanyak 70% sd 95% yang merupakan hasil olahan pembakaran batu kapur, pasir silika, pasir besi dan tanah liat. Semen juga mempunyai sifat kohesif dan sifat adhesive apabila

bahan ini tercampur dengan bahan lainnya maka besar kemungkinan menyatukan menjadi satu kesatuan yang dapat padat. Bahan utama pembentuk semen adalah kapur (CaO) yang berasal dari lempung sedikit magnesium (MgO). Terkadang untuk mengontrol komposisi ditambahkan oksida besi dan untuk mengatur waktu ikatan semen ditambahkan gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).

2.3.2 Agregat Halus

Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alam sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan-batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat pemecah batu. Menurut PBI 1971, agregat halus harus memenuhi syarat sebagai berikut.

- a. Agregat halus harus terdiri dari butiran butiran tajam, keras, dan bersifat kekal artinya tidak hancur oleh pengaruh cuaca dan temperatur, seperti terik matahari hujan dan lain lain.
- b. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% berat kering, apabila kadar lumpur lebih dari 5% maka agregat halus harus dicuci bila ingin dipakai untuk campuran beton atau bias juga digunakan langsung tetapi kekuatan beton berkurang 5%.
- c. Agregat halus tidak boleh mengandung bahan organik (zat hidup) terlalu banyak dan harus dibuktikan dengan percobaan warna dari ABRAMS-HAEDAR dengan larutan NaOH 3%.
- d. Angka kehalusan (*fineness modulus*) untuk *fine sand* antara 2,2 – 3,2.
- e. Agregat Halus terdiri dari butiran yang beraneka ragam besarnya.

Agregat yang butir-butirnya lebih kecil dari 1,2 mm disebut pasir halus sedangkan butir-butir yang lebih kecil dari 0,075 mm disebut silt yang lebih kecil dari 0,002 mm disebut *clay* (SK SNI T – 15-1991-03). Persyaratan mengenai proporsi agregat dengan gradasi ideal yang direkomendasikan terdapat dalam (ASTM C33/C33M – 13, 2010)“*Standar Specification for Concrete Aggregates*”.

Adapun Gradasi saringan Ideal Agregat Halus dapat di lihat pada tabel berikut:

Tabel 2.1 Gradasi saringan ideal agregat halus

Diameter Saringan	Persen Lolos	Gradasi Ideal
9,5	100	100
4,75	95-100	97,5
2,36	80-100	90
1.18	50-85	67,5
600 μ	25-6	42,5
300 μ	5-30	17,5
150 μ	0-10	5

Sumber: (ASTM C33/C33M – 13, 2010)

2.3.3 Air

Air merupakan bahan pembuat beton yang sangat penting namun harganya paling murah. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen sehingga terjadi reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya proses pengerasan pada beton, serta untuk menjadi bahan pelumas antar butir-butir agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Untuk bereaksi dengan semen, air diperlukan 25% dari berat semen. Selain itu, air juga digunakan untuk perawatan beton dengan cara pembasahan setelah dicor (Tjokrodimuljo K. , 2007).

Fungsi dari air disini antara lain adalah sebagai bahan pencampur dan pengaduk antara semen dan agregat. Pada umumnya air yang dapat diminum memenuhi persyaratan sebagai air pencampur beton, air ini harus bebas dari padatan tersuspensi ataupun padatan terlarut yang terlalu banyak, dan bebas dari material organik (Mindess et al.,2003). Persyaratan air sebagai bahan bangunan, sesuai dengan penggunaannya harus memenuhi syarat menurut Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI-1982), antara lain :

- a. Air harus bersih.

- b. Tidak mengandung lumpur, minyak dan benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual.
- c. Tidak boleh mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2 gram / liter.
- d. Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan dapat merusak beton (asam-asam, zat organik dan sebagainya) lebih dari 15 gram / liter. Kandungan klorida (Cl), tidak lebih dari 500 p.p.m. dan senyawa sulfat tidak lebih dari 1000 p.p.m. sebagai SO₃.
- e. Semua air yang mutunya meragukan harus dianalisa secara kimia dan dievaluasi.

2.3.4 Foam Agent

Foaming agent adalah suatu larutan pekat dari bahan surfaktan, dimana apabila hendak digunakan harus dilarutkan dengan air. Dengan membuat gelembung-gelembung gas/udara dalam adukan semen. Dengan demikian akan terjadi banyak pori-pori udara didalam bata.

Foam agent terdiri larutan pekat dari bahan surfaktan, surfaktan adalah zat yang cenderung terkonsentrasi pada antar muka dan mengaktifkan antar muka tersebut. Jika menggunakan bahan tersebut harus dicampur air dan diaduk merata. Guna percepatan proses pengeringan dan pengerasan secara sempurna ditambahkan 2%-3% bahan pengeras, penggunaan 1 liter *additive foam agent* ditambahkan 40-80 liter air bersih (normal 60 liter).

Ada 2 macam *foaming agent* yaitu:

- a) Bahan sintetis dengan kepadatan diatas 1000 kg/m³
- b) Bahan protein dengan kepadatan 400-1600 kg/m³

Foam agent surfaktan sintetis digolongkan berdasar sifat faksi hidrofilik, yakni komponen partikel yang dapat tercampur dalam air. Anionik, kisaran 70% dari surfaktan yang dipergunakan guna membentuk busa, yakni elemen aktif dari elektron atau partikel

subatom negatif. Rendahnya elektron listrik bisa mendistribusikan stabilitas yang tinggi sebagai campuran beton busa. Bahan pembusa yang mengandung protein berbasis enzim yang memiliki 1,03 kg/l digunakan untuk menghasilkan campuran beton (Ringan & Agent, 2022).

Foaming agent berbahan dasar protein yang didapat dari bahan-bahan alami memiliki berat sekitar 80 kg/m³ dan dapat mengembang sekitar 12,5 kali. Foaming agent ini relatif lebih stabil dan memiliki kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan foaming agent sintetis. Tetapi foaming agent ini hanya dapat bertahan hingga 12 bulan dalam keadaan terbuka.

2.3.5 Scimcoat

Mortar skimcoat putih yang digunakan untuk pekerjaan acian pada permukaan plester dan beton yang dapat digunakan baik interior atau eksterior.

Standar Acuan: DIN 18550

Keunggulan :

- a. Cocok diaplikasikan pada bidang plesteran dan beton baik indoor maupun outdoor.
- b. Mencegah terjadi retak rambut akibat penyusutan.
- c. Tanpa plamir sebagai cat dasar.
- d. Daya rekat tinggi dan mudah dibentuk (plastis) saat diaplikasikan.
- e. Dinding hasil akhir lebih rapi, halus dan tidak berdebu (powdery)
- f. Dinding dapat dicat setelah 7 hari.
- g. Tidak menyerap bahan cat sehingga hemat pemakaian cat
- h. Warna lebih cerah.

2.4 Syarat Mutu Batu Bata Ringan

Adapun beberapa syarat mutu batu bata ringan yang dilakukan dalam pengujian ini harus memenuhi beberapa persyaratan sebagai berikut:

2.4.1 kuat tekan

kuat tekan suatu material didefinisikan sebagai kemampuan material menahan beban atau gaya mekanis sebagai kemampuan material dalam menahan beban atau gaya mekanis sampai terjadinya kegagalan. Adapun persamaan kuat tekan berdasarkan ASTM C 869-91 (1999)

persamaan Kuat Tekan :

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

Keterangan :

σ : Tekanan (MPa)

P : Beban maksimum (kN)

A : Luas bidang permukaan (mm²)

Nilai kuat tekan batu bata menurut SNI-2094-200 dibagi menjadi 3 kelas kekuatan yang diketahui dari besar kekuatan tekan yaitu: kelas 50, kelas 100, kelas 150.

2.4.2 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.

$$P = \frac{(W-D)}{D} 100\% \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana;

P = Porositas (100%)

W = Berat Jenuh (g)

D = Berat Kering (g)

Adapun Rumus Bulk Density dengan rumus :

$$\gamma_b = \frac{W_3}{(W_2 \times W_1)} 100 \% \dots\dots\dots(2.3)$$

Adapun Rumus Apparence Density dengan rumus :

$$\rho = \frac{W_3}{(W_3 \times W_1)} 100\% \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan

W1 = Berat benda uji dalam keadaan SSD

W2 = Berat benda uji ditimbang dalam air

W3 = Berat benda uji setelah dioven selama 24 jam

2.4.3 Sorptivity

Sorptivity menjadi salah satu indicator dalam menentukan proses transportasi materi yang dikatakan baik dinilai dari kecepatan penyerapan air kedalam pori-pori bata ringan. Sorptivity salah satu parameter untuk mengevaluasi kinerja proses transportasi materi dari beton yang dihasilkan dengan menilai kualitas dan daya tahan dalam waktu jangka panjang. Ketika pengecoran beton, ditemukan bahwa komposisi zona permukaan adalah tidak sama dengan sebagian besar bagian dalam beton karena air akan mengalami bleeding yang cenderung bergerak ke atas. Dalam kasus tersebut, zona permukaan mungkin berpori dan permeabel disebabkan oleh akumulasi air dan udara di antarmuka dengan bekisting tersebut (Model, 2011).

Pada penelitian ini sorptivity diukur selama empat jam, beton yang diuji yaitu beton kubus ukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm dengan umur 91 hari. Nilai sorptivity dianjurkan kurang dari 0,2000 mm/min 0,5 untuk menjaga kekedapan. Metode yang digunakan adalah Determination of Sorptivity. (Sormin et al., 2013) Menurut ASTM C1585-20 dengan menggunakan persamaan :

$$I = mt (a \times d) \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :

I = Sorptivity (mm/s^{0,5})

mt = Mass Time (gram)

a = 2500 mm² (Luas Permukaan kontak)

d = berat jenis air, 0,001 g/mm³

2.4.4 *Electrical Resistivity*

Prinsip dan teori dasar metode survei resistivitas tanah, variasi resistivitas listrik dalam fungsi dari properti tanah, piranti-piranti listrik untuk survei satu, dua, dan tiga dimensi, interpretasi data serta kelebihan dan keterbatasan metode survei resistivitas tanah. Pada salah satu penelitiannya yang membahas tentang variasi resistivitas listrik dalam fungsi dari properti-properti tanah menyatakan bahwa nilai resistivitas turun seiring dengan naiknya kandungan air, konduktivitas air dan naiknya temperatur (Samouëlian et al., 2005). Sementara itu, uji resistivitas pada campuran tanah-semen menggunakan metode probe dua elektroda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa resistivitas listrik tanah-semen meningkat seiring meningkatnya rasio campuran semen dan waktu, sementara resistivitas listrik justru menurun dengan meningkatnya kandungan air, derajat kejenuhan, dan rasio air semen.

Nilai *electrical resistivity* didapat dengan menggunakan persamaan:

$$\rho = \frac{R.A}{L} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana:

ρ = resistivitas bahan (Ω/m)

R = resistansi (Ω)

A = Luas Penampang (m^2)

L = Panjang (m)

Tabel 2.2 Hubungan antara Resistivitas dan resiko Korosi

Resistivity (k Ω -cm)	Risk Level
>100 – 200	Very Low corrosion rate even if chloride contaminated
50 – 100	Low corrosion rate
10 – 50	Moderate to high corrosion rate
< 10	High corrosion rate; Resistivity is not the controlling parameter

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan Data penelitian, analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Nilai kuat tekan bata ringan dengan penggunaan pasir pantai pamboang dan foam agent pada umur 28 hari dan 91 hari mengalami kenaikan nilai kuat tekan secara berturut-turut pada variasi FO60-PP-TW-AP0, FO60-PP-TW-AP25, FO60-PP-TW-AP50, FO60-PP-TW-AP75, dan FO60-PP-TW-AP100. Serta memiliki nilai optimum pada variasi FO60-PP-TW-AP50 dengan nilai 16,47 Mpa.
2. penggunaan pasir pantai pamboang dan foam agent pada Hasil pengujian *apparent Porosity* dimana pada umur 28 dan 91 hari pada variasi FO60-PP-TW-AP0, FO60-PP-TW-AP25, FO60-PP-TW-AP50, FO60-PP-TW-AP75 dan FO60-PP-TW-AP100 yaitu daya serap dan Porosity mengalami kenaikan pada umur 91 hari.
3. Penggunaan pasir pantai pamboang dan foam agent pada hasil pengujian *Sorptivity* yaitu pada umur 91 hari pada variasi FO60-PP-TW-AP0, FO60-PP-TW-AP25, FO60-PP-TW-AP75 dan FO60-PP-TW-AP100 mengalami peningkatan berturut-turut dengan waktu yang ditentukan. Adapun pada variasi FO60-PP-TW-AP50 yang mengalami peningkatan yang tidak sesuai hal ini disebabkan adanya perbedaan spesimen yang menyebabkan variasi tersebut memiliki nilai sorptivity yang tinggi.
4. Penggunaan pasir pantai Pamboang dan foam agent pada hasil pengujian *electrical Resistivity* yaitu pada umur 28 dan 91 hari untuk semua Variasi masuk dalam kategori (*Very Low* >100-200 k Ω -cm) dimana kategori ini menunjukkan resiko terjadinya korosi sangat rendah pada benda uji.

5.2 Saran

Dari penelitian yang dilakukan oleh penulis, maka penulis menyampaikan beberapa saran yaitu sebagai berikut:

1. Dalam proses pembuatan bata ringan harus betul-betul memperhatikan mulai dari awal sampai dengan proses perawatan terutama pada proses pencetakan.
2. Perlu diadakan penelitian lanjutan mengenai bata ringan dengan menggunakan Scimcoat sebagai bahan pengganti semen putih dengan FAS yang berbeda.
3. Dalam pengujian sebaiknya menggunakan sampel yang sama pada semua pengujian untuk meningkatkan tingkat akurasi hasil uji.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C150/C150M. (2019). Astm C 150. *ASTM C 150/ C150M-15 Standard Specification for Portland Cement, i*, 1–9. <https://doi.org/10.1520/C0150>
- ASTM C33/C33M – 13. (2010). *Concrete Aggregates 1. i(C)*, 1–11.
- ASTM C20 (2000).2022.Metode Uji Standar Untuk Porositas Nyata, Penyerapan Air, Spesifik Nyata Gravitasi, dan Kepadatan Massal Bata Tahan Api Yang Terbakar Dan Terbentuk Dengan Air Mendidih.
- Agung Nusantoro, Nurmansyah Alami, & Teguh Triyantono (2020). Analisis kuat tekan bata foam menggunakan pasir Laut Petahanan dengan variasi Bahan Aditif Sesuai SNI-03-6882-2002.
- Badan Standardisasi Nasional. (2015). Semen Portland, SNI 2049:2015. *Standar Nasional Indonesia*, 1–147.
- Deny, P. (2023). Pengaruh Salinitas Pasir Terhadap Kuat Tekan Bata Ringan (Doctoral dissertation, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung)..
- Deri Arita. (2018). Tinjauan Kuat Tekan Bata Ringan Menggunakan Bahan Tambah Foaming Agent. 5(1), 1– 11.
- Dwi Raharjo, A. (2020). *Perencanaan dimensi interlocking bata ringan* (Doctoral dissertation, Wijaya Kusuma Surabaya University).
- Dasar, A., Patah, D., Hamada, H., Yamamoto, D., & Sagawa, Y. (2022, December). Life performance of 40-year-old RC beams with different concrete covers and bar diameters in natural corrosion environments. In *Structures* (Vol. 46, pp. 2031-2046). Elsevier.
- Dasar, A., Patah, D., Hamada, H., Sagawa, Y., & Yamamoto, D. (2020). Applicability of seawater as a mixing and curing agent in 4-year-old concrete. *Construction and Building Materials*, 259, 119692.
- Dasar, A., Patah, D., & Apriansyah, A. (2022, November). Effect of limestone as

coarse aggregate and seawater as mixing water on half-cell potential of steel bar in concrete. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2543, No. 1). AIP Publishing.

E.P.Popov, (1995). Hasil Uji Tekan Batu Bata. Jakarta : Erlangga

Haryanti, N. H. (2015). Kuat Tekan Bata Ringan Dengan Bahan Campuran Abu Terbang PLTU Asam-Asam Kalimantan Selatan. *Fisika FLUX*, 12, 20–30.

Hidayat, F. (2010). Studi perbandingan biaya material pekerjaan pasangan dinding bata ringan dengan bata merah. *Media teknik sipil*, 10(1), 36-41.

Irtanto, H. B., Pamuttu, D. L., Kakerissa, Y., & Pasalli, D. A. (2024). Analisa Kuat Tekan Bebas Pada Tanah Lempung dengan Campuran Kapur Dolomite dan Skimcoat. *Bomi Journal of Engineering and Technology*, 1(01), 28-32.

Kristanti, N., Tansajaya, A. (2008). Studi Pembuatan Cellular Lightweight Concrete (CLC) dengan Menggunakan Beberapa Foaming Agent. Tugas Akhir No. 11011592/SIP/2008. Unpublished Undergraduate Thesis. Universitas Kristen Petra. Surabaya

Lee, Abe. (2005), AAC (autoclaved aerated concrete).

Muhammad Fadhlurrahman Hazim, Krisna Dwi Handayani, Y. R. (2016). Studi Penggunaan Catalyst, Monomer, Dan Kapur Sebagai Material Penyusun Beton Ringan Seluler. 03.

Ngabdurrochman. 2009. Teknologi Beton Ringan. Diakses 14 Maret 2018 dari <http://gie713.blogspot.com>.

Patah, D., & Dasar, A. (2023, September). The Impact of using Rice Husks Ash, Seawater and Sea Sand on Corrosion of Reinforcing Bars in Concrete. In *Journal of the Civil Engineering Forum* (pp. 251-262).

Patah, D., Dasar, A., & Hamada, H. (2022, November). Electrochemical consideration on corrosion performance of steel bar embedded in SCMs mortar with initial chloride contaminated. In *AIP Conference*

Proceedings (Vol. 2543, No. 1). AIP Publishing.

Patah, D., Dasar, A., Apriansyah, A., & Caronge, M. A. (2023, July). Strength development of seawater mixed and cured concrete with various replacement ratios of fly ash. In *Materials Science Forum* (Vol. 1091, pp. 111-118). Trans Tech Publications Ltd.

Raharjo, A. D., & Soebagio, S. (2020). PERENCANAAN DIMENSI INTERLOCKING BATA RINGAN. *axial: jurnal rekayasa dan manajemen konstruksi*, 8(1), 25-34.

Siagian, D. P. (2016). Analisa Penggunaan Foam Agent sebagai Bahan Dasar Pembuatan Bata Ringan.

Sentosa Limanto, H. P. (2011). Evaluasi Produktivitas Pemasangan Bata Ringan Pada Dinding Bangunan Hotel. 57–66.

Tjokrodimuljo, K. 2007. Teknologi Beton. Biro Penerbit KMTS FT UGM: Yogyakarta.

Taufik, H., Kurniawandy, A., & Arita, D. (2017). Tinjauan kuat tekan bata ringan menggunakan bahan tambah foaming agent. *Jurnal Saintis*, 17(1), 52-62.

パタダリア, 濱田秀則, & 山本大介. (2019). The Effect Of Seawater Mixing On Corrosion Of Steel Bar In 36-Years Old Rc Beams Under Marine Tidal Environment. *Proceedings of the Japan Concrete Institute*, 41(1), 791-796