

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENAMBAHAN MATERIAL BAN BEKAS DAN Na_2SiO_3
TERHADAP MODULUS ELASTISITAS DAN KETAHANAN API
PADA BATAKO**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

DISUSUN OLEH:

WIDYA PRATIWI

2007210213P



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2023**

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Widya Pratiwi

NPM : 2007210213P

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Material Ban Bekas Dan Na_2SiO_3
Terhadap Modulus Elastisitas dan Ketahanan Api Pada Batako

Bidang Ilmu : Struktur

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, September 2023

Dosen Pembimbing



Rizki Efrida, ST.MT.

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Widya Pratiwi

NPM : 2007210213P

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Material Ban Bekas Dan Na_2SiO_3
Terhadap Modulus Elastisitas dan Ketahanan Api Pada Batako

Bidang Ilmu : Struktur

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, September 2023

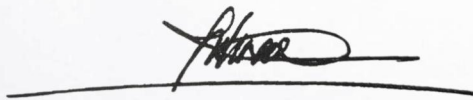
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing



Rizki Efrida, S.T., M.T

Dosen Pembanding I/ Penguji



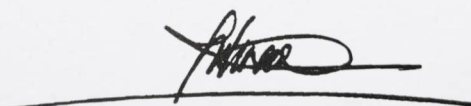
Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., MSc

Dosen Pembanding II / Penguji



H. Irma Dewi, S.T., M.Si

Ketua Prodi Sipil



Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., MSc

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Widya Pratiwi

Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 22 Agustus 1997

NPM : 2007210213P

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa Laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Pengaruh Penambahan Material Ban Bekas Dan Na_2SiO_3 Terhadap Modulus Elastisitas dan Ketahanan Api Pada Batako”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena/hubungan material dan non-material serta segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidak sesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/keserjanaanya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan keadaan sadar dan tidak dalam tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun, demi menegakkan integritas Akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, September 2023

Saya yang menyatakan,


Widya Pratiwi

ABSTRAK

PENGARUH PENAMBAHAN MATERIAL BAN BEKAS DAN Na_2SiO_3 TERHADAP MODULUS ELASTISITAS DAN KETAHANAN API PADA BATAKO

Widya Pratiwi

2007210213P

Rizki Efrida, ST.MT.

Limbah karet ban bekas memiliki daya tahan yang baik sehingga sulit didaur ulang. Dilakukan pemanfaatan pada ban bekas sebagai material campuran untuk bahan pembuatan batako diharapkan dapat meningkatkan sifat elastis dan sifat tahan keretakan (*cracking*) akibat beban. Pada tugas akhir ini bahan tambahan yang digunakan adalah material karet dari ban bekas dan cairan natrium silikat (Na_2SiO_3) penambahan karet ban bekas yaitu sebesar 10%, 20%, 30% dari berat agregat dan natrium silikat (Na_2SiO_3) sebesar 5% dari berat semen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai modulus elastisitasnya dan ketahanan terhadap api. Dari hasil pengujian didapat hasil modulus elastisitas batako yang diberikan ban bekas dan Na_2SiO_3 yaitu nilai modulus elastisitasnya berurut sebesar 64.48 kg/cm^2 , 57.23 kg/cm^2 , dan 29.14 kg/cm^2 lebih kecil dibandingkan batako normal yaitu 68.30 kg/cm^2 . Untuk ketahanan terhadap api hasilnya menunjukkan bahwa suhu kebakaran sisi terekspose api akan meningkat seiring bertambahnya waktu pembakaran dan suhu sisi tidak tereksposes api akan menurun seiring bertambahnya kadar ban bekas.

Kata Kunci: batako, ban bekas, modulus elastisitas, tahan api

ABSTRACT

THE EFFECT OF ADDITION OF USED TIRED MATERIALS AND NA₂SIO₃ ON ELASTICITY MODULUS AND FIRE RESISTANCE ON CONCRETE BRICKS

Widya Pratiwi

2007210213P

Rizki Efrida, ST.MT.

Used tire rubber waste has good durability so it is difficult to recycle. Using used tires as a mixed material for making concrete bricks is expected to increase the elastic properties and resistance to cracking due to loads. In this final project, the additional materials used are rubber material from used tires and sodium silicate liquid (Na₂SiO₃). This research aims to determine the value of the elastic modulus and resistance to fire. From the test results, the modulus of elasticity of concrete bricks given used tires and Na₂SiO₃ was obtained, namely the modulus of elasticity values were 64.48 kg/cm², 57.23 kg/cm², and 29.14 kg/cm², which were smaller than normal concrete bricks, value 68.30 kg/cm². For fire resistance, the results show that the fire temperature of the side exposed to fire will increase with increasing burning time and the temperature of the side not exposed to fire will decrease with increasing levels of used tires.

Keywords: batako, used tires, modulus of elasticity, fire resistance

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Pengaruh Penambahan Material Ban Bekas Dan Na_2SiO_3 Terhadap Modulus Elastisitas dan Ketahanan Api Pada Batako” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terima kasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji sekaligus sebagai Sekretaris Program Studi Teknik Sipil yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., MSc selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu H. Irma Dewi, S.T., M.Si selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, ST, MT selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada penulis.
6. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

7. Teristimewa sekali kepada Ibunda tercinta Nurtiana yang telah bersusah payah membesarkan dan memberikan kasih sayangnya yang tidak ternilai serta senantiasa memberi dukungan baik secara moral maupun material kepada penulis .
8. Terimakasih kepada ibu Mahliza Nasution, ST. MT. yang telah memberikan arahan, motivasi dan support kepada penulis dalam segala hal selama saya menempuh pendidikan di program studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada rekan penelitian yang membantu penulis selama proses penelitian.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik sipil.

Medan, September 2023

Penulis



Widya Pratiwi

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	4
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan	5
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA	6
2.1. Pengertian Batako	6
2.2. Bahan Penyusun Campuran	11
2.3. Ban Karet	16
2.4. Natrium Silikat (Na_2SiO_3)	17
2.5. Pemeriksaan Bahan Penyusun Batako	19
2.6. Mix Design Pembuatan Batako	19
2.7. Pembuatan dan Perawatan Benda Uji	22
2.8. Kuat Tekan Batako	23
2.8.1. Meratakan/menerap bidang tekan	23
2.8.2. Penentuan Kuat Tekan	24
2.8.3. Modulus Elastisitas Batako	24
2.9. Pengujian Tingkat Ketahanan Api Batako	25
2.10. Penelitian Terdahulu	26
BAB 3 METODE PENELITIAN	28
3.1. Diagram Alur Penelitian	28

3.2. Studi Literatur	29
3.3. Tempat dan Waktu Penelitian	29
3.4. Bahan dan Peralatan	30
3.5. Pengujian Bahan Dasar	31
3.6. Pembuatan Benda Uji	32
3.7. Perawatan Benda Uji	32
3.8. Pengujian Benda Uji	33
3.9. Analisa dan Pembahasan	33
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1. Pengerjaan Mix Design Batako	35
4.2. Hasil Pemeriksaan Bahan Penyusun Batako	35
4.2.1. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus	35
4.2.2. Hasil Pemeriksaan Semen	41
4.2.3. Hasil Pemeriksaan Ban Karet	41
4.2.2. Proporsi Bahan Campuran Batako	42
4.3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Batako	44
4.4. Hasil Perhitungan Modulus Elastisitas Batako	47
4.5. Hasil Pemeriksaan Ketahanan Terhadap Api	51
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1. Kesimpulan	55
5.2. Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Ukuran bata beton	8
Tabel 2.2.	Syarat – syarat fisis bata beton	9
Tabel 2.3.	Pembagian kelas dan mutu beton	10
Tabel 2.4.	Mutu batako sesuai penggunaannya	11
Tabel 2.5.	Jenis semen portland dan komposisi kimia	13
Tabel 2.6.	Batas – batas gradasi agregat halus	15
Tabel 2.7.	Sifat fisika dan kimia natrium silikat	19
Tabel 2.8.	Penentuan nilai standar deviasi	20
Tabel 2.9.	Penelitian terdahulu	27
Tabel 3.1.	Jumlah variasi sampel pengujian batako	33
Tabel 4.1.	Hasil analisa saringan agregat halus pasir	36
Tabel 4.2.	Penggolongan gradasi agregat halus	36
Tabel 4.3.	Proporsi berat sample pemeriksaan berat jenis	38
Tabel 4.4.	Hasil perhitungan berat jenis dan penyerapan agregat halus pasir	38
Tabel 4.5.	Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat halus	38
Tabel 4.6.	Hasil pemeriksaan berat volume gembur agregat halus	39
Tabel 4.7.	Hasil pemeriksaan berat volume padat agregat halus	40
Tabel 4.8.	Rangkuman hasil analisa agregat halus	40
Tabel 4.9.	Proporsi berat sampel pemeriksaan berat volume semen	41
Tabel 4.10.	Hasil perhitungan berat jenis volume semen	41
Tabel 4.11.	Hasil pemeriksaan berat volume ban	42
Tabel 4.12.	Analisa kebutuhan ban bekas per batako	44
Tabel 4.13.	Analisa kebutuhan na_2sio_3 per batako	44
Tabel 4.14.	Hasil pengujian kuat tekan batako umur 28 hari	45
Tabel 4.15.	Hasil perhitungan modulus elastisitas	47
Tabel 4.16.	Hasil pengukuran suhu pada sisi tidak terekspose api	51
Tabel 4.17.	Hasil pengukuran suhu pada sisi terekspose api	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Bata beton pejal/padat	7
Gambar 2.2. Bata beton berlubang	7
Gambar 2.3. Natrium silikat (Na_2SiO_3)	18
Gambar 2.4. Grafik hubungan kuat tekan dan nilai FAS	21
Gambar 2.5. Lubang atau rongga pada batako	21
Gambar 2.6. Grafik hubungan tegangan dan regangan	24
Gambar 2.7. Pembakaran batako	25
Gambar 2.8. Titik pengukuran suhu	26
Gambar 2.9. Model uji tingkat isolasi panas batako	26
Gambar 3.1. Diagram alur penelitian	28
Gambar 3.2. Dimensi benda uji	32
Gambar 4.1. Kurva hasil gradasi agregat halus	37
Gambar 4.2. Nilai FAS pada campuran batako	43
Gambar 4.3. Grafik nilai kuat tekan batako semua variasi	45
Gambar 4.4. Grafik nilai kuat tekan batako rata-rata	46
Gambar 4.5. Modulus elastisitas batako normal	49
Gambar 4.6. Modulus elastisitas dengan campuran karet 10%	49
Gambar 4.7. Modulus elastisitas dengan campuran karet 20%	50
Gambar 4.8. Modulus elastisitas dengan campuran karet 30%	50
Gambar 4.9. Modulus elastisitas rata-rata batako	51
Gambar 4.10. Grafik tingkat ketahanan api rata-rata batako yang tidak terekspose api	52
Gambar 4.11. Grafik tingkat ketahanan api rata-rata batako yang terekspose api	53

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seiring perkembangan zaman, pertumbuhan penduduk di Indonesia setiap tahunnya semakin meningkat terutama pada provinsi Sumatera Utara. Dengan pertumbuhan penduduk yang melonjak meningkatkan pula perkembangan bangunan-bangunan yang berada di wilayah tersebut. Pengembangan bahan bangunan memerlukan inovasi baru agar pekerjaan pembangunan dapat dilakukan dengan tepat dan cepat.

Pertumbuhan ini juga berimbas pada kelangkaan bahan bangunan, dimana masyarakat terpaksa mengolah limbah industri menjadi bahan yang bermanfaat seperti bahan bangunan dan konstruksi. Daur ulang limbah untuk keperluan bahan bangunan adalah menjadi solusi alternatif, tidak hanya mengurangi polusi lingkungan tetapi juga untuk masalah desain bangunan yang lebih ekonomis (Teklehaimanot, Hailay, & Tesfaye, 2021).

Dalam hal ini bata beton atau sering disebut batako dibuat dengan sumber daya alam yang pemanfaatannya belum optimal. Kita dapat memanfaatkan limbah industri yang sudah tidak terpakai dan dapat didaur ulang sebagai bahan tambahan campuran batako.

Batako merupakan beton berbentuk bata yang digunakan untuk peletakan dinding, yaitu elemen bangunan berbentuk bata yang terbuat dari bahan utama semen Portland, air dan agregat. Batako dibagi menjadi batako padat (*solid block*) dan batako berlubang (*hollow block*). Batako yang ada di pasaran saat ini memiliki kualitas yang bervariasi, yang menjadi salah satu alasan mengapa batako seringkali kalah bersaing dengan batu bata tanah liat merah. Meskipun standar tertentu (SNI) telah ditetapkan dalam pembuatan batako, kualitasnya cukup baik.

Batako padat atau pejal adalah batako yang memiliki penampang pejal 75% atau lebih dari luas penampang seluruhnya dan memiliki volume pejal lebih dari 75% dari volume bata seluruhnya (SNI 03-0349-1989). Namun, batako berlubang memiliki sifat peredam panas yang lebih baik daripada batako padat

dengan bahan dan ketebalan yang sama. Campuran beton terdiri dari semen hidrolis, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan tambah yang secara keseluruhan membentuk massa padat dan keras (SNI 03-2834-2000).

Dibalik kelebihan dari batako ini ternyata memiliki kelemahan yaitu berat dan mudah patah, untuk mengurangi kelemahan batako tersebut dapat memanfaatkan limbah ban bekas dalam campuran batako (Nastain dan Maryoto, 2010; Nastain, dkk, 2018). Hal ini karena potongan ban bekas akan berfungsi seolah-olah seperti tulangan dalam yang akan menahan tegangan tarik.

Limbah merupakan masalah utama dalam masalah lingkungan, salah satunya adalah limbah ban bekas. Pemusnahan ban bekas dengan cara dibakar pun juga cukup sulit dilakukan, karena ban bekas hanya akan terbakar pada suhu di atas 322°C (Edeskar, 2006). Pemanfaatan limbah berarti bahwa limbah yang sebelumnya tidak signifikan diubah menjadi bahan dengan nilai tambah. Tidak semua limbah dapat digunakan sebagai bahan bangunan. Limbah tersebut tidak mengandung zat-zat berbahaya yang berbahaya bagi kesehatan, serta unsur-unsur yang terkandung di dalamnya tidak menimbulkan reaksi yang bertentangan dengan semen sebagai bahan perekat.

Oleh karena itu, diperlukan terobosan untuk mengatasi hal tersebut dengan menggunakan perkembangan teknologi berbasis lingkungan dan desain seperti bidang konstruksi. Dalam bidang konstruksi, batako memiliki keunggulan sebagai bahan dasar antara lain proses produksi yang relatif sederhana dan cepat, tidak mudah retak, dan lebih ekonomis. Selain itu, batako lebih menghemat waktu selama proses pemasangan. Menggabungkan material yang lebih tahan lama dalam produksi batako dan penggunaan material sisa dapat menjadi pilihan yang menarik karena ketersediaannya yang melimpah.

Saat semen dicampur dengan air, akan terjadi proses pembebasan panas yang disebut hidrasi, pada saat itu akan terbentuk senyawa-senyawa baru. Pasta semen akan bereaksi mengeluarkan senyawa Ca(OH)_2 . Penelitian tentang pengaruh kuat tekan pada batako maupun beton yaitu dengan cara memperkecil dan menutup pori-pori batako maupun beton dengan menggunakan bahan tambahan (*additive*) telah banyak dilakukan. Bahan tambahan (*additive*) yang

umum digunakan adalah *fly ash*, *silika fume*, metakolin, natrium hidroksida ataupun campuran dari beberapa bahan tersebut.

Dalam artikel yang berjudul “*Sealing of cracks in cement using microencapsulated sodium silicate*” yang ditulis oleh P Giannaros, A Kanellopoulos dan Al-Tabbaa, *Department of Engineering, University of Cambridge*, diterbitkan oleh “*IOP Publishing Ltd*”, 15 Juli 2016, menyebutkan bahwa, natrium silikat (Na_2SiO_3) dapat bereaksi dengan kalsium hidroksida $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yang terdapat pada pasta semen yang terhidrasi, membentuk gel kalsium silikat hidrat (C-S-H) yang tidak larut dalam air, yang mampu mengisi pori-pori dalam beton, sehingga membuat beton lebih padat, kedap air dan kuat tekannya meningkat. Kandungan kalsium silikat hidrat (CSH) yang terbentuk ini memiliki sifat yang sama dengan beton, sehingga terjadi ikatan yang sempurna dalam beton.

Untuk itu pada penelitian ini bahan campuran atau bahan tambah (*additive*) yang digunakan adalah material karet dari ban bekas dengan natrium silikat (Na_2SiO_3). Penggunaan material karet dari ban bekas dan Na_2SiO_3 ini diharapkan dapat meningkatkan sifat elastis dan sifat tahan keretakan (*cracking*) akibat beban dan juga menurunkan berat satuan batako. Serta juga mengingat tingginya kasus kebakaran yang sering terjadi pada bangunan di Indonesia, maka menjadi penting untuk mengetahui sifat ketahanan batako ban bekas sebagai material dinding yang tahan terhadap api/kebakaran.

1.2. Rumusan Masalah

Berkaitan dengan latar belakang yang dikemukakan oleh peneliti, maka dari itu rumusan masalah dari tugas akhir ini, sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh yang diberikan oleh ban bekas dan Na_2SiO_3 terhadap modulus elastisitas batako dan ketahanan pada api?
2. Bagaimana perbedaan antara modulus elastisitas batako ban bekas ditambah Na_2SiO_3 dibandingkan modulus elastisitas batako normal?
3. Pada persentase berapa persen ban bekas dan Na_2SiO_3 yang memiliki pengaruh paling besar terhadap modulus elastisitas dan ketahanan api pada batako?

1.3. Batasan Masalah

Penelitian yang dilakukan oleh peneliti tentunya memiliki ruang khusus dalam agar tidak mengalami perluasan makna penelitian, maka dari itu batasan masalah dari tugas akhir ini, sebagai berikut :

1. Penelitian ini terbatas pada mengukur modulus elastisitas pada batako dengan penambahan variasi konsentrasi ban bekas dan natrium silikat (Na_2SiO_3).
2. Pengujiannya dilakukan melalui pembuatan benda uji berupa batako ukuran 21 x 10 x 10 cm pada umur simpan 28 hari dengan mengikuti kaidah SNI 03-0349-1989.
3. Persentase ban bekas yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebesar 10%, 20%, dan 30% terhadap berat agregat halus dan persentase Na_2SiO_3 yang ditambahkan yaitu 5%, terhadap berat semen yang digunakan pada umur 28 hari.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui, pengaruh yang diberikan oleh ban bekas dan Na_2SiO_3 terhadap modulus elastisitas batako dan ketahanan pada api.
2. Untuk mengetahui perbedaan modulus elastisitas antara batako normal dan batako ban bekas ditambah Na_2SiO_3 .
3. Mengetahui pada persentase berapa persen ban bekas dan Na_2SiO_3 yang memiliki pengaruh paling besar terhadap modulus elastisitas dan ketahanan api pada batako.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan kualitas modulus elastisitas batako normal dengan batako yang menggunakan ban bekas dan Na_2SiO_3 dengan persentase yang telah ditentukan sehingga nantinya dapat membantu mendapatkan campuran batako yang kuat namun dengan menggunakan bahan yang lebih ekonomis dan apabila penelitian ini berhasil,

diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan untuk tahap selanjutnya, baik itu penggunaan pada tahap pelaksanaan di lapangan dan dapat dikembangkan pada penelitian yang lebih lanjut.

1.6. Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis membagi materi yang akan disampaikan dalam beberapa bab yaitu:

BAB 1: PENDAHULUAN

Membahas latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, manfaat penelitian, sistematika penulisan.

BAB 2: TINJAUAN PUSTAKA

Membahas hal-hal berupa teori yang berhubungan dengan judul tugas akhir dan metode-metode perhitungan yang digunakan.

BAB 3: METODE PENELITIAN

Bagian ini menerangkan tentang tempat dan waktu penelitian, sumber data, teknik pengumpulan data dan metode analisis data.

BAB 4: HASIL DAN PEMBAHASAN

Membahas tentang data hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan.

BAB 5: KESIMPULAN DAN SARAN

Dari pembahasan dan analisa data yang telah didapat, penulis dapat memberikan kesimpulan dan saran yang berkaitan dengan judul tugas akhir ini dan disertai dengan rekomendasi yang ditunjukkan untuk penelitian selanjutnya atau penerapan hasil penelitian dilapangan.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Batako

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-0349-1989, batako adalah bata beton yang merupakan suatu jenis unsur bangunan yang dibuat dari bahan utama semen portland, air dan agregat, yang dipergunakan untuk pasangan dinding. Bata Beton dibedakan menjadi bata beton pejal dan bata beton berlobang.

Menurut keterangan dalam pasal 6 PUBI-1982, batako adalah batu bata yang dibuat dengan mencetak dan memelihara dalam kondisi lembab. Persyaratan batako menurut pasal 6, Persyaratan Umum Bahan Bangunan Indonesia 1982 (PUBI-1982) meliputi bahwa batako harus berumur minimal satu bulan. Saat dipasang harus kering, panjang batako ± 400 mm, lebar ± 200 mm, tebal ± 100 - 200 mm, kadar air 25-35% dari berat dan kuat tekan 2-7 N/mm² (Nursyamsi, Indrawan dan Hastuty, 2016).

Berdasarkan bahan pembuatannya batako dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu:

- a. Batako putih (*tras*), yang terbuat dari campuran tras, batu kapur dan air;
- b. Batako semen/batako pres yang terbuat dari campuran semen dan pasir atau *fly ash*.
- c. Bata Ringan yang terbuat dari batu pasir kuarsa, kapur, semen dan bahan lainnya yang tergolong bahan beton ringan.

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia batako terdiri dari 2 jenis, yaitu:

- a. Bata beton pejal/padat
Bata beton pejal/padat adalah batako yang memiliki penampang pejal 75% atau lebih, dari luas penampang seluruhnya dan memiliki volume pejal lebih dari 75% volume bata seluruhnya.
- b. Bata beton berlubang
Bata beton berlubang adalah batako yang memiliki luas penampang lubang lebih dari 25% luas penampang batanya dan volume lubang lebih dari 25% volume bata seluruhnya.



Gambar 2.1: Bata beton pejal/padat
(<https://www.99.co/blog/indonesia/jenis-batako/>).



Gambar 2.2: Bata beton belubang
(<https://www.99.co/blog/indonesia/jenis-batako/>).

Kelebihan batako berlubang dibandingkan dengan batako padat adalah lubang-lubangnya dapat diisi dengan tiang kolom untuk memperkuat struktur, juga dapat diisi dengan pipa untuk saluran air atau jalur kabel listrik, dan rongga juga berfungsi untuk menangkap penyebaran panas. radiasi dinding akibat paparan sinar matahari. Selain itu, bata berlubang lebih ringan dari bata padat. Namun dari segi konstruksi, batako berlubang lebih rapuh, sering terjadi retak rambut, dan kuat tekannya lebih rendah dibandingkan bata padat. Inilah salah satu alasan mengapa batako tidak begitu diminati. Jika terdapat batako padat, anggapan ini dapat diminimalkan karena batako padat memiliki kuat tekan yang lebih baik.

Daya tarik lain dari batako adalah proses konstruksinya yang lebih ekonomis dibandingkan dengan batu bata merah. Misalnya, pembuatan dinding bata merah yang memerlukan rangka struktural (tiang praktis, sloof dan ring balok) yang memerlukan penggunaan bekisting (*formwork*). Selain menunggu beton mengeras, bekisting dilepas dari rangka struktur dinding. Untuk pemasangan, dituang minimal satu hari, dilepas keesokan harinya, lalu dipasang kembali. Jika hanya menggunakan bata beton untuk satu hari, Anda bisa mengisinya dengan tulangan, lalu Anda bisa meletakkannya di atasnya. Tidak

perlu menggunakan bekisting untuk menghemat kayu, waktu dan tenaga sehingga konstruksi menjadi lebih ekonomis.

2.1.1. Persyaratan Batako

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-0349-1989 bata beton untuk pasangan dinding, bata harus memenuhi persyaratan mutu:

- a. Permukaan tidak boleh rusak;
- b. Bentuk permukaan lain yang didesain;
- c. Rusuk – rusuknya siku terhadap yang lain;
- d. Berdasarkan SNI 03-0349-1989, standar ukuran bata beton harus sesuai dengan Tabel 2.1.

Tabel 2.1: Ukuran bata beton (SNI 03-0349-1989).

Jenis	Ukuran Nominal (mm)		
	Panjang	Lebar	Tinggi
Tipis	400±3	200±3	100±3
Sedang	400±3	200±3	150±3
Tebal	400±3	200±3	200±3

2.1.2. Bahan Pembentuk Batako

Bahan dasar pembentuk batako pada penelitian ini terdiri:

- 1) Semen, yang pada dasarnya ada empat unsur utama yang paling penting yang terkandung dalam portland cement (Tjokrodimuljo, 1996), keempat semen itu adalah Trikalسيوم Silikat (C_3S) atau $3CaO, SiO_2$; Dikalسيوم Silikat (C_2S) atau $2CaO, SiO_2$; Trikalسيوم Aluminat (C_3A) atau $3CaO, Al_2O_3$; dan Tetraikalسيوم Aluminoforit (C_4AF) atau $4CaO, Al_2O_3, Fe_2O_3$.
- 2) Pasir yang digunakan dalam pembuatan batako harus bermutu baik. Pasir tersebut harus bebas dari lumpur, tanah liat, zat organik, garam florida dan garam sulfat. Selain dari itu, pasir juga harus memiliki sifat keras, kekal dan mempunyai gradasi yang baik.
- 3) Air merupakan bahan penyusun batako air yang berfungsi memungkinkan reaksi kimia pada semen yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya

pengerasan, membasahi agregat dan sebagai pelumas campuran agar mudah dalam pengerjaannya.

2.1.3. Kualitas Batako

Kualitas batako ditentukan oleh perbandingan bahan penyusun campuran semen dan pasir yaitu:

- 1) Perbandingan batako umum yang tersedia di pasaran adalah 1:12 (semen:pasir).
- 2) Perbandingan batako normal adalah 1:10 (semen:pasir).
- 3) Perbandingan batako kelas premium adalah 1:7 sampai 1:8 (semen:pasir).

Sedangkan menurut SNI 03-0349-1989 kualitas batako ditentukan berdasarkan persyaratan fisiknya yang dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2: Syarat – syarat fisis bata beton (SNI 03-0349-1989).

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

Dilihat dari segi material, batako merupakan bata berbentuk beton yang digunakan sebagai bahan pembentuk dinding. Dengan demikian, mutu batako dapat digolongkan sebagai beton non struktural. Produksi beton struktural dan non struktural diatur oleh PBI (Peraturan Beton Indonesia) 1971 dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3: Pembagian kelas dan mutu beton (Peraturan Beton Indonesia, 1971).

Kelas	Mutu	σ'_{bk}	$\sigma'_{bm} (S=46)$	Tujuan
		Kg/cm ²	Kg/cm ²	
I	Ao – Bo; < K125	-	-	Non Struktural
II	K125	125	200	Struktural
	K175	175	250	Struktural
	K225	225	300	Struktural
III	>K225	>225	>300	Struktural

Seperti dijelaskan di atas, batako diklasifikasikan sebagai beton non-struktural. Definisi ini sesuai dengan yang disampaikan oleh (Try Mulyono, 2003), beton nonstruktural adalah campuran yang terdiri dari agregat halus (pasir), semen (bahan perekat) dan air dengan atau tanpa bahan tambahan yang memberikan sifat tertentu seperti *workability*, durabilitas, dan waktu pengerasan.

Rongga atau pori-pori pada batako biasanya disebabkan oleh kesalahan kualitas dan komposisi bahan. Pengaruh rasio yang terlalu tinggi dapat menimbulkan rongga karena terdapat air yang tidak bereaksi dengan senyawa semen kemudian menguap sehingga meninggalkan bekas berupa pori-pori (Hermanto, dkk., 2014).

Kini, dengan berkembangnya teknologi industri konstruksi, banyak ditemukan bahan aditif yang dapat menutup pori-pori secara permanen, sehingga beton mutu rendah sekalipun dapat menjaga daya serap air dan meningkatkan kuat tekan beton. Aditif tersebut salah satunya adalah natrium silikat (Na_2SiO_3), karena mampu bereaksi dengan senyawa kalsium silikat hidrat (C-S-H) dari pasta semen yang terbentuk selama proses hidrasi, membentuk senyawa yang tidak larut dalam air dan tertinggal di pori-pori secara permanen.

2.1.4. Klasifikasi Batako berdasarkan Pemakaiannya

Berikut ini adalah penggolongan batako berdasarkan mutu dan penggunaannya menurut Persyaratan Umum Bahan Bangunan Indonesia (PUBI, 1982) yang dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4: Mutu batako sesuai penggunaannya (PUBI, 1982).

Mutu Batako	Penggunaan
Mutu A1	Batako yang digunakan hanya untuk kontruksi yang tidak memikul beban dinding penyekat serta kontruksi lainnya, serta terlindung dari cuaca luar.
Mutu A2	Batako yang digunakan hanya untuk hal-hal seperti mutu A1, permukaan dinding/kontruksi dari batako tersebut tidak perlu diplester.
Mutu B1	Batako yang digunakan untuk kontruksi yang memikul beban, tetapi penggunaannya hanya untuk kontruksi yang terlindung dari cuaca luar.
Mutu B2	Batako yang digunakan untuk kontruksi yang memikul beban dan bisa digunakan untuk kontruksi yang tidak terlindung.

2.2. Bahan Penyusun Campuran

Batako merupakan elemen struktur yang memiliki karakteristik yang terdiri dari beberapa bahan penyusun sebagai berikut:

2.2.1. Semen Portland

Semen portland adalah semen hidrolisis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker, yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolisis dan gips sebagai bahan pembantu (Tjokrodimuljo, 2007).

Fungsi utama semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara diantara butir-butir agregat. Komposisi semen dalam benton berkisar 10%, namun karena fungsi utamanya sebagai pengikat, maka peranan semen menjadi penting (Mulyono, 2004).

Karena beton terbuat dari agregat yang diikat bersama pasta semen yang mengeras, maka kualitas semen sangat mempengaruhi kualitas beton. Pasta semen adalah lem, yang apabila semakin tebal tentunya semakin kuat. Tetapi jika terlalu tebal juga tidak menjamin lekatan yang baik (Paul Nugraha & Antoni, 2007)

Menurut SK-SNI T-15-1990-03 semen portland/Ordinary Portland Cement (OPC) dibedakan menjadi:

1. *Portland Cement Type I (Ordinary Portland Cement):*

Merupakan jenis semen yang paling banyak digunakan oleh masyarakat luas dan dapat digunakan untuk seluruh aplikasi yang tidak membutuhkan persyaratan khusus.

2. *Portland Cement Type II (Moderate Sulfat Resistance):*

Merupakan semen dengan panas hidrasi sedang atau dibawah semen portland tipe I serta tahan terhadap sulfat. Semen ini cocok digunakan untuk daerah yang memiliki cuaca dan suhu yang cukup tinggi serta pada struktur drainase. Semen Portland tipe II ini disarankan untuk dipakai pada bangunan seperti bendungan, dermaga dan landasan berat yang ditandai adanya kolom-kolom dan dimana proses hidrasinya yang rendah menjadi pertimbangan utama.

3. *Portland Cement Type III (High Early Strength Portland Cement):*

Jenis semen ini memiliki kekuatan besar dalam waktu singkat, sehingga dapat digunakan untuk perbaikan bangunan beton yang perlu segera digunakan atau adukannya perlu segera dilepas. Selain itu juga dapat digunakan pada daerah yang memiliki temperatur rendah, terutama pada daerah yang mempunyai musim dingin. Semen tipe III ini umumnya di aplikasikan pada pembuatan jalan beton, landasan lapangan udara, bangunan tingkat tinggi dan bangunan dalam air yang tidak memerlukan ketahanan terhadap sulfat.

4. *Portland Cement Type IV (Low Heat of Hydration):*

Adalah tipe semen dengan panas hidrasi rendah. Semen tipe ini digunakan untuk keperluan kontruksi yang memerlukan jumlah dan kenaikan panas harus diminimalkan. Oleh karena itu semen jenis ini akan memperoleh tingkat kuat beton dengan lebih lambat dibanding semen portland tipe I. Umumnya semen tipe IV ini aplikasinya digunakan untuk struktur beton masif seperti dam gravitasi besar, dimana kenaikan temperatur akibat panas yang dihasilkan selama proses curing merupakan faktor kritis. Cocok digunakan pada daerah dengan temperatur panas.

5. *Portland Cement Type V (Sulfat Resistance Cement):*

Merupakan semen yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat. Cocok digunakan untuk pembuatan beton pada daerah yang tanah dan airnya mempunyai kandungan garam sulfat tinggi. Sangat cocok digunakan

pada instalasi pengolahan limbah pabrik, konstruksi air, terowongan, pelabuhan dan pembangkit tenaga nuklir.

Antara portland semen tipe I sampai dengan tipe V memiliki komposisi kimia yang berbeda-beda. Komposisi kimia jenis semen dapat dilihat pada Tabel 2.5 berikut:

Tabel 2.5: Jenis semen portland dan komposisi kimia (ASTM C.150).

Jenis Semen	Kandungan Kimia (%)						
	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF	CaSO ₄	CaO	MgO
Tipe I	49	25	12	8	2.9	0.8	2.4
Tipe II	46	29	6	12	2.8	0.6	3
Tipe III	56	15	12	8	3.9	1.4	2.6
Tipe IV	30	46	5	13	2.9	0.3	2.7
Tipe V	43	36	4	12	2.7	0.4	1.6

2.2.2. Air

Fungsi air dalam adukan semen tidak hanya menjadikan menjadi pasta, tetapi juga berfungsi sebagai proses hidrasi. Selain itu menjadikan campuran menjadi lacak (*workable*).

Jumlah air yang terkait dalam beton dengan faktor air semen (FAS) 0.65 adalah sekitar 20% dari berat semen pada umur 4 minggu. Dihitung dari komposisi mineral semen, jumlah air yang diperlukan untuk hidrasi secara teoritis adalah 35-37% dari berat semen (Paul Nugraha & Antoni, 2007).

Air untuk campuran beton minimal yang memenuhi persyaratan air minum, akan tetapi bukan berarti air untuk campuran beton harus memenuhi standar persyaratan air minum. Penggunaan air sebagai bahan campuran beton sebaiknya memenuhi syarat berikut (Tjokrodinuljo, 2007):

- a. Air harus bersih
- b. Tidak mengandung lumpur, minyak dan benda melayang lainnya lebih dari 2 gram/liter
- c. Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan dapat merusak beton (asam, zat organik) lebih dari 16 gram/liter.
- d. Tidak mengandung chlorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter
- e. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter

2.2.3. Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat ini kira-kira menempati sebanyak 70% dari volume mortar atau beton. Walau hanya sebagai bahan pengisi, tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat betonnya, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan beton (Tjokrodimuljo, 2007).

Dalam pelaksanaan dilapangan, umumnya agregat dikelompokkan menjadi 3 kelompok (Tjokrodimuljo, 2007), yaitu sebagai berikut:

- a. Batu untuk ukuran butiran lebih dari 40 mm
- b. Krikil, untuk ukuran butiran antara 5 sampai 40 mm
- c. Pasir, untuk ukuran butiran antara 0,15 sampai 5 mm

Agregat yang baik harus memenuhi persyaratan berikut:

- a. Butir-butirnya harus tajam dan keras
- b. Kekal, tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca
- c. Tidak mengandung lumpur lebih dari 5% untuk agregat halus dan 1% untuk agregat kasar.
- d. Tidak mengandung zat organik dan zat-zat reaktif terhadap alkali

Cara membedakan jenis agregat yang paling banyak dilakukan adalah dengan didasarkan pada ukuran butirnya. Agregat yang mempunyai ukuran berbutir besar disebut agregat kasar dan butir yang kecil disebut dengan agregat halus.

1. Agregat halus

Agregat halus adalah agregat yang ukuran butirannya lebih kecil dari 4.75 atau saringan No. 4 (SNI 1970; 2008). Menurut Tjokrodimuljo (2007) agregat halus (pasir) adalah batuan yang mempunyai ukuran butiran antara 0,15 – 5 mm. Agregat halus dapat diperoleh dari dalam tanah, dasar sungai atau tepi laut. Oleh karena itu pasir dapat digolongkan menjadi 3 jenis, yaitu pasir galian, pasir sungai dan pasir laut. Agregat halus (pasir) dapat dibagi menjadi empat jenis menurut gradasinya sebagai mana tercantum pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6: Batas-batas gradasi agregat halus (Tjokrodimuljo, 2007)

Lubang Ayakan (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan			
	Kasar	Agak kasar	Agak halus	Halus
10	100	100	100	100
4,8	90 - 100	90 - 100	90 - 100	95 - 100
2,4	60 - 95	75 - 100	85 - 100	95 - 100
1,2	30 - 70	55 - 90	75 - 100	90 - 100
0,6	15 - 34	35 - 59	60 - 79	80 - 100
0,3	5 - 20	8 - 30	12 - 40	15 - 50
0,15	0 - 10	0 - 10	0 - 10	0 - 15

Pemeriksaan berat jenis dan SSD (*Saturated Surface Dry*) pasir merupakan hal yang penting untuk mengetahui pasir tersebut telah memenuhi syarat atau belum untuk bahan campuran beton. Menurut Peraturan Umum untuk Bahan bangunan di Indonesia (PUBI, 1982), pasal 11 tentang pasir beton adalah “ Syarat berat jenis pasir yang baik adalah berkisar 2,4 – 2,9

2. Agregat kasar

Agregat kasar adalah agregat yang ukuran butirannya lebih besar dari 4.75 atau saringan No. 4 (SNI 1970; 2008). Menurut Tjokrodimuljo (2007) agregat kasar dibedakan menjadi 3 berdasarkan berat jenisnya, yaitu sebagai berikut:

- a. Agregat normal adalah berat jenisnya 2,5 – 2,7 gr/cm³. Agregat ini biasanya berasal dari granit, basalt, kuarsa dan sebagainya. Beton yang dihasilkan memiliki berat jenis sekitar 2,3 gr/cm³ dan biasa disebut dengan beton normal.
- b. Agregat berat adalah berat jenisnya lebih dari 2,8 gr/cm³, misalnya magnetik (Fe₃O₄), barytes (BaSO₄) atau serbuk besi. Beton yang dihasilkan mempunyai berat jenis yang tinggi sampai dengan 5 gr/cm³, yang biasa digunakan sebagai dinding pelindung atau radiasi sinar X.
- c. Agregat ringan adalah berat jenisnya kurang dari 2,0 gr/cm³, misalnya tanah bakar (*bloated clay*), abu terbang (*fly ash*), busa terak tanur tinggi (*foamed blast furnance slag*). Agregat ini biasa digunakan untuk beton ringan yang biasa dipakai untuk elemen non struktural.

2.2.4. Bahan Tambah

Bahan tambah adalah suatu bahan berupa bubuk atau cairan yang ditambahkan kedalam campuran adukan beton selama pengadukan, dengan tujuan untuk mengubah sifat adukan atau betonnya. Pemberian bahan tambah pada adukan beton bertujuan untuk memperlambat waktu ikatan, mempercepat pengerasan, menambah encer adukan, menambah daktalitas (mengurangi sifat getas), mengurangi retak-retak pengerasan, mengurangi panas hidrasi, menambah kekedapan, menambah keawetan (Tjokrodimuljo, 2007).

Proses kerja bahan tambah dalam beton akan memberikan pengaruh dispersi (penyebaran, penolakan, pembubaran) pada butir pasta semen, sehingga butiran saling tolak menolak yang disebabkan pemberian muatan negatif dalam jangka waktu tertentu yang memungkinkan air dengan bebas memobilisir material lainnya, dengan demikian adukan beton lebih mudah dikerjakan.

Bahan tambah (additive) dibedakan menjadi 3 golongan yaitu:

1. Bahan tambahan kimia (*chemical admixture*), yaitu bahan tambah dari senyawa kimia yang ditambahkan pada adukan beton untuk memperoleh sifat-sifat khusus dalam pekerjaan adukan, waktu pengikatan, waktu pengerasan dan maksud lainnya.
2. Pozzolan, merupakan bahan tambahan yang berasal dari alam atau buatan, yang sebagian besar terdiri dari unsur-unsur silikat dan aluminat yang reaktif. Pozzolan yang saat ini telah banyak diteliti dan digunakan pada campuran beton adalah *silica fume*, *fly ash*, tras alam, abu sekam padi dan natrium silikat.
3. Serat/*fiber*, merupakan bahan yang berupa asbestos, gelas/kaca, plastik, baja atau serat tumbuh-tumbuhan (rami, ijuk). Penambahan serat ini dimaksudkan untuk meningkatkan kuat tarik, menambah ketahanan terhadap retak, meningkatkan daktalitas dan ketahanan beton terhadap beban kejut (*impact load*).

2.3. Ban Karet

Di Indonesia masih belum mencatat berapa ban bekas yang dibuang setiap tahunnya, namun menurut laporan data penjualan APBI 2010, jumlahnya mencapai 1.000.000 unit. Dengan demikian, limbah karet ban yang tidak terpakai semakin banyak. Masalah ini diperparah dengan fakta bahwa ban tidak mudah

rusak jika dibiarkan begitu saja, sehingga perlu diupayakan untuk memanfaatkan karet ban bekas sebagai bahan interlayer. Karet dikenal sebagai bahan yang ringan dan sangat fleksibel serta tahan deformasi. Kemungkinan penggunaan karet sebagai bahan lapisan antara sangat didukung oleh timbulan limbah karet setiap tahunnya (Edward, dkk, 2015).

Karet alam adalah karet pertama yang digunakan untuk membuat sepatu. Diciptakan oleh Charles Goodyear, proses vulkanisasi yang membuat karet tahan cuaca dan tidak larut dalam minyak, karet mulai populer sebagai bahan awal berbagai perkakas dalam dan luar ruangan seperti sol sepatu bahkan alas kaki. semuanya terbuat dari karet, (Erna, 2012).

Ban bekas adalah ban yang telah dilepas secara permanen dari kendaraan tanpa dapat dikonversi untuk digunakan di jalan. Tujuan penggunaan karet ban adalah untuk meminimalkan limbah ban dan, dalam batas tertentu, menghemat sumber daya dan mengurangi ketergantungan bahan baku impor. Karet ban dapat didaur ulang atau didaur ulang.

Pemanfaatan ban bekas dapat diterapkan pada campuran aspal, beton, komposit dan pengolahan menjadi minyak, selain itu dapat juga mengatasi limbah dan juga sangat berpeluang besar menciptakan industri-industri baru sehingga dapat memberikan perputaran ekonomi baru termasuk didalamnya industri-industri lanjutannya (Rochman & Setyo, 2019).

Ban karet memberikan fleksibilitas dan mencegah beton retak. Ban karet sendiri memiliki modulus elastisitas 0,77-1,33 MPa dan kerapatannya yang rendah bervariasi antara 1,08-1,27 t/m³.

2.4. Natrium Silikat (Na₂SiO₃)

Natrium silikat (*Sodium Silicate*) adalah nama umum untuk senyawa dengan rumus kimia Na₂(SiO₃). Senyawa ini lebih dikenal dengan nama natrium metasilicate, *water glass* atau gelas cair. Biasanya tersedia dalam bentuk larutan dan padat. Bahan ini tidak berwarna atau putih dalam komposisinya yang murni, namun bahan yang biasa dijual di pasaran seringkali berwarna kehijauan atau biru karena mengandung pengotor besi.

Natrium silikat memiliki banyak sifat yang bermanfaat yang tidak dimiliki oleh garam alkalin lainnya. Selain murah, produk ini memiliki banyak keunggulan di banyak di industri. Ini termasuk pemrosesan semen, pengecoran beton, proteksi kebakaran pasif, pemrosesan tekstil dan kayu, bahan tahan api (refraktori), otomotif dan bahan tahan air (*water proofing*) pada bahan cat.



Gambar 2.3: Natrium Silkat (Na_2SiO_3) Cair/Gel (Ryan Syahputra, 2021)

Natrium silikat ini diproduksi dari pasir silica atau pasir kuarsa. Saat ini telah menjadi rahasia publik bahwa pasir silika yang murni harganya mahal. Sedangkan pasir silika yang dibutuhkan untuk membuat natrium silikat sendiri itu membutuhkan jumlah sangat yang banyak. Dengan demikian, Natrium silikat dapat disintesis dengan menggunakan pasir kuarsa atau pasir silika dari bahan limbah atau pembuangan seperti limbah sekam padi yang mengandung sekitar 15-30% silika. Selain itu, limbah industri yang merupakan limbah dari kegiatan pertambangan, seperti banyak dijumpai dipertambangan emas di Papua berbentuk bubuk halus dan sangat ringan, limbah ini mengandung silica yang sangat tinggi.

Sintesis pasir silika dari bahan limbah akan mengurangi dan bahkan menghilangkan dampak negative dari limbah itu sendiri. Selain itu, dengan mengolah limbah industri menjadi bahan bangunan seperti pasir silika ini merupakan langkah maju untuk pengupayaan limbah industri yang dapat bermanfaat dan bernilai tinggi.

Tabel 2.7: Sifat fisika dan kimia natrium silikat (Dinda Purnama Kristy, 2018).

No.	Keterangan	Sifat
1.	Rumus Kimia	Na_2SiO_3
2.	Massa molar	122,06 g/mol (3;58;91)
3.	Penampilan	Padatan Putih/Gel cair
4.	Bau	Tidak berbau
5.	Densitas	2,61 g/cm ³
6.	Titik Lebur	1088°C
7.	Kelarutan dalam air	22.2 g/100 ml (25°C)
		160.6 g/100 ml (80°C)
8.	Indeks bias (n_D)	1.52

2.5. Pemeriksaan Bahan Penyusun Batako

Sebelum melakukan pembuatan batako ataupun pembuatan bahan uji batako, maka bahan penyusunnya haruslah diuji terlebih dahulu. Bahan-bahan yang digunakan harus sesuai dengan parameter yang ditentukan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI) agar kualitas batako yang dihasilkan memenuhi standar yang ditetapkan.

Berikut adalah tahapan yang dilakukan sebelum mulai melakukan pembuatan batako ataupun pembuatan bahan uji batako, adalah pemeriksaan bahan campuran batako meliputi pemeriksaan agregat halus pasir yaitu:

- a. Pemeriksaan gradasi pasir, dilakukan berdasarkan SNI 03-1968-1990. Analisis dilakukan untuk mengetahui distribusi ukuran butir pasir dengan menggunakan saringan atau ayakan dengan standar ASTM.
- b. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat halus pasir, dilakukan sesuai dengan SNI 03-1970-1990.
- c. Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus pasir, pemeriksaan dilakukan untuk mengetahui kandungan lumpur yang terdapat dalam agregat halus pasir, menggunakan persyaratan yang ditentukan oleh SNI S-04-1998-F.
- d. Pemeriksaan berat jenis semen, dilakukan sesuai dengan ASTM C-188.

2.6. Mix Design Pembuatan Batako

Rancangan campuran bahan penyusun batako dibuat dengan menggunakan metode “*The British Mix Design Method*”, di Indonesia dikenal cara DOE yang

dipakai sebagai standar oleh Departemen Pekerjaan Umum dan dimuat dalam Standar SNI. T-15-190-03, (“Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal”), adalah sebagai berikut:

2.6.1. Menetapkan kuat tekan beton (f_c') pada umur tertentu.

Menggunakan standar yang ditetapkan oleh SNI 03-0349-1989, (Tabel 2.1) di atas, yaitu beton pejal dengan kualitas I, memiliki kuat tekan bruto rata-rata minimal sebesar 100 kg/cm² atau 10 Mpa. Umur beton yang digunakan pada pengujian adalah 28 hari.

2.6.2. Menentukan standar deviasi pekerjaan.

Besar kecilnya nilai standar deviasi hanya dipengaruhi oleh tingkat pengawasan. Jika tingkat pengawasannya makin baik maka nilai standar deviasinya akan semakin kecil, begitu pula sebaliknya jika tingkat pengawasannya tidak baik maka nilai standar deviasinya akan besar.

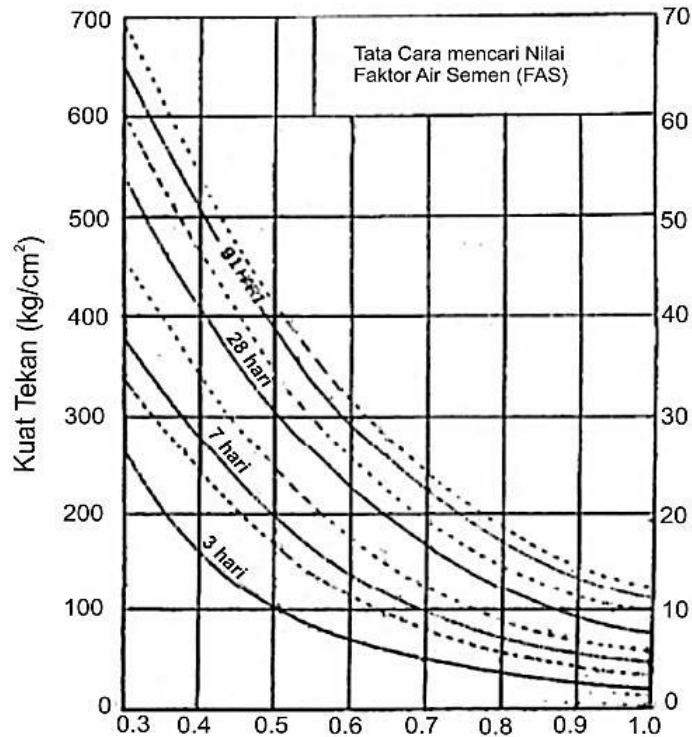
Menentukan nilai standar deviasi dapat dilakukan berdasarkan Tabel 2.8.

Tabel 2.8: Penentuan nilai standar deviasi (SNI 03-2834-2000).

Tingkat pengendalian mutu pekerjaan	S (MPa)
Memuaskan	2.8
Sangat Baik	3.5
Baik	4.2
Cukup	5.6
Jelek	7.0
Tanpa Kendali	8.4

2.6.3. Penentuan Faktor Air Semen (FAS),

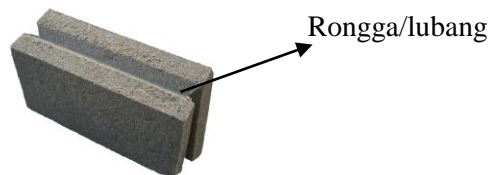
Dalam menentukan jumlah air dalam suatu campuran beton dikenal suatu nilai yang disebut nilai Faktor Air Semen (FAS). Faktor air semen atau *water to cementious ratio*, adalah rasio total berat air (termasuk air yang terkandung dalam agregat dan pasir) terhadap berat total semen pada campuran beton. Besarnya nilai FAS dapat dicari dengan menggunakan grafik hubungan nilai kuat tekan rencana dan umur benda uji beton.



Gambar 2.4: Grafik hubungan kuat tekan dan nilai FAS (Ryan Syahputra, 2021).

2.6.4. Menentukan proporsi bahan penyusun batako.

Penentuan bahan campuran batako adalah sebagai berikut:



Gambar 2.5: Lubang atau rongga pada batako (<https://www.99.co/blog/indonesia/jenis-batako/>).

1. Volume Netto Batako dengan rumus

$$\text{Volume netto} = \text{ukuran batako} - \text{volume rongga} \quad (2.1)$$

2. Penentuan volume bahan penyusun Batako

Batako dibuat dengan campuran 1:6 (semen:pasir), sehingga volume bahan penyusun batako dapat dihitung sebagai berikut:

- a. Volume semen per batako:

$$= 1/7 \times \text{volume netto batako} \times \text{berat volume semen} \quad (2.2)$$

- b. Volume Pasir per batako:
 $= \frac{6}{7} \times \text{volume netto batako} \times \text{berat volume pasir}$ (2.3)
- c. Volume Air per batako:
 $= \text{Nilai FAS} \times \text{Berat Volume Semen}$ (2.4)
- d. Volume ban bekas per sampel batako:
 $= \text{Berat Volume Ban} \times \text{Persentase tetapan ban bekas}$ (2.5)
- e. Kebutuhan Natrium Silikat (Na_2SiO_3) per batako:
 $= \text{Berat Volume Semen} \times \text{Persentase tetapan } \text{Na}_2\text{SiO}_3$ (2.6)

2.7. Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

Pembuatan dan perawatan benda uji dilakukan setelah proses – proses yang dijelaskan pada sub bab sebelumnya telah dilakukan.

2.7.1. Pembuatan benda uji

Menurut SNI. 03-0349-1989 (Bata Beton untuk Pasang Dinding), benda uji dapat diambil dari populasi bata beton yang dibuat, dengan ketentuan:

1. Contoh uji yang diambil harus dari kesatuan yang utuh/tidak cacat.
2. Contoh uji diambil secara acak, dari satu kelompok yang sama.
3. Pada saat diuji, kondisi benda uji harus sama dengan saat pengambilan contoh.

2.7.2. Perawatan benda uji

Perawatan benda uji dilakukan sesuai SNI. 2493:2011, (Tata cara pembuatan dan perawatan benda uji beton di laboratorium), dengan ketentuan sebagai berikut:

1. Setelah selesai pengerjaan, benda uji harus segera ditutup dengan bahan yang tidak menyerap dan reaktif atau dengan goni basah atau lembaran plastik yang kuat, awet dan kedap air, agar tidak terjadi penguapan air dari beton.
2. Penyimpanan selama 48 jam pertama, harus bebas getaran.
3. Benda uji dikeluarkan dari cetakan setelah berumur $24 \text{ jam} \pm 8 \text{ jam}$ setelah pencetakan.

4. Semua benda uji dirawat pada temperatur $23^{\circ}\text{C} \pm 1,7^{\circ}\text{C}$ sampai dengan saat dilakukan pengujian.
5. Benda uji tidak boleh diletakan pada air mengalir atau menetes.

2.8. Kuat Tekan Batako

Pengujian kuat tekan dilakukan dengan mesin Uji kuat tekan CTM (*Compression Testing Machine*) untuk mengetahui nilai kuat tekan beton dari benda uji yang dibuat berdasarkan komposisi campuran. Besarnya kuat tekan dibaca pada skala pembebanan. Pengujian dilakukan pada semua sampel dengan 3 kali ulangan percobaan.

Prosedur pengujian kuat tekan batako dilakukan sesuai dengan SNI: 03-0349-1989. Untuk menghitung besarnya kuat tekan dipergunakan persamaan berikut:

$$F'_c = \frac{P_{maks}}{A} \quad (2.7)$$

Keterangan:

F'_c = kuat tekan (Mpa)

P = Beban Maksimum (N)

A = Luas Penampang Bahan (mm^2)

2.8.1. Meratakan/menerap bidang tekan

Bahan penerapan dibuat dari adukan 1 (satu) bagian semen portland ditambah 1 atau 2 (satu atau dua) bagian pasir halus tembus ayakan 0,3 mm. Pemakaian bahan penerap lain, diperbolehkan asalkan kekuatannya sama atau lebih tinggi dari kuat tekan batanya. Bidang tekan benda uji (2 bagian) diterap dengan aduk semen sedemikian rupa sehingga terdapat bidang yang rata dan sejajar satu dengan lainnya. Tebal lapisan perata/penerap kurang lebih 3 mm. Benda coba ditentukan kuat tekannya apabila pengerasan lapisan penerap sedikitnya telah berumur 3 hari.

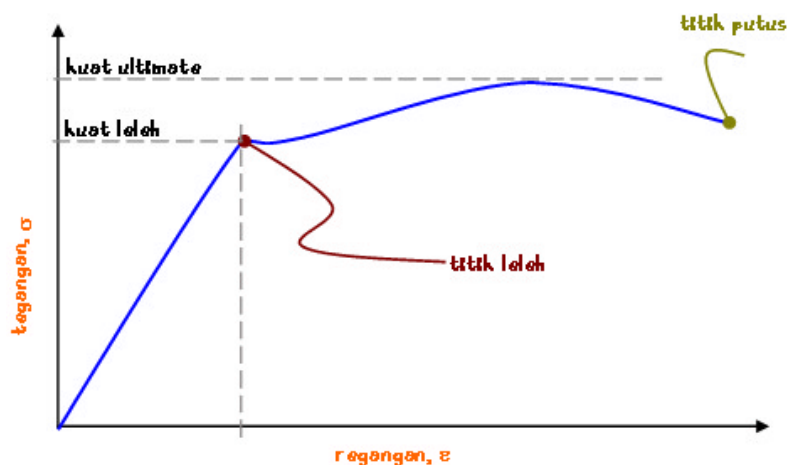
2.8.2. Penentuan kuat tekan.

Arah tekanan pada bidang tekan benda uji disesuaikan dengan arah tekanan beban didalam pemakaian. Benda uji yang telah siap, ditentukan kuat tekannya dengan mesin tekan yang dapat diatur kecepatan penekanannya. Kecepatan penekanan dari mulai pemberian badan sampai benda uji hancur diatur sehingga tidak kurang dari 1 menit dan tidak lebih dari 2 menit. Kuat tekan benda uji dihitung dengan membagi beban maksimum pada waktu benda uji hancur, dengan luas bidang tekan bruto, dinyatakan dalam kg/cm^2 . Kuat tekan tadi dilaporkan masing-masing untuk setiap benda uji dan juga nilai rata-rata dari 6 (lima) benda uji.

2.8.3. Modulus Elastisitas Batako.

Modulus elastisitas merupakan ukuran kekakuan suatu material. Sehingga semakin tinggi nilai modulus elastisitas bahan, maka semakin sedikit perubahan bentuk yang terjadi apabila diberi gaya. Bisa disimpulkan bahwa regangan (ϵ) yang terjadi pada suatu benda berbanding lurus dengan tegangannya (σ) dan berbanding terbalik terhadap ke elastisitasnya. Ini dinyatakan dengan rumus:

$$\text{Modulus elastisitas : } \frac{\text{tegangangan}}{\text{regangan}} \text{ atau } E = \frac{\sigma}{\epsilon} \quad (2.8)$$



Gambar 2.6: Grafik hubungan tegangan dan regangan (Rusnardi, 2016).

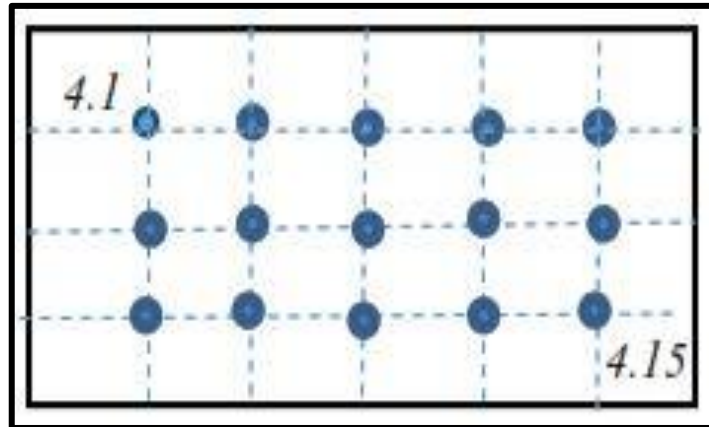
Gambar 2.6 menunjukkan bentuk umum kurva tegangan dari suatu benda. Kurva itu menunjukkan pertambahan panjang suatu benda atau bahan terhadap gaya yang diberikan padanya. Sampai suatu titik yang disebut batas proporsional. Kemudian pada satu titik tertentu benda itu sampai pada batas elastik dimana benda itu akan kembali ke panjang semula jika gaya dilepaskan. Jika benda diregangkan melewati batas elastik, maka akan memasuki daerah plastis dimana benda tidak akan kembali ke panjang awalnya ketika gaya eksternal dilepaskan, tetapi tetap berubah bentuk secara permanen (seperti melengkungnya sebatang besi). Perpanjangan maksimum dicapai pada titik patah (titik putus). Gaya maksimum yang dapat diberikan tanpa benda itu patah disebut sebagai kekuatan maksimum dari materi/benda itu.

2.9. Pengujian Tingkat Ketahanan Api Batako

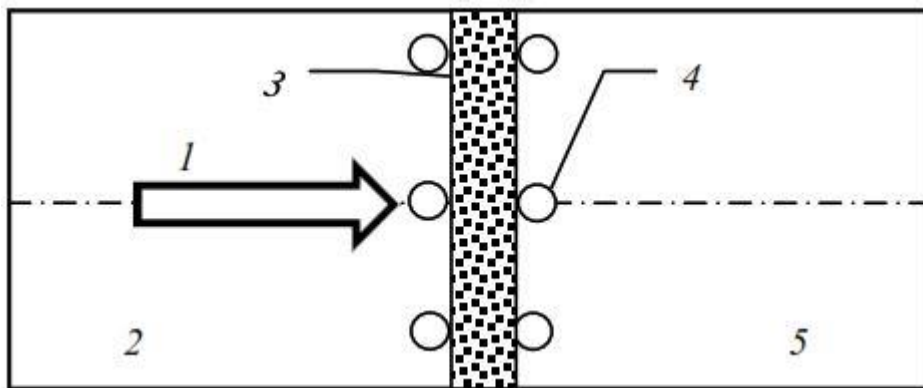
Pengujian ketahanan api dilakukan berdasarkan modifikasi SNI 1741-2008, tungku gas yang dimodifikasi digunakan untuk mendapatkan luas pembakaran yang besar dapat dilihat pada Gambar 2.7. Penembakan api ke batako dinyalakan selama kurang lebih 60 menit dan suhu diukur setiap 10 menit pada sisi batako yang terkena api (terpapar api) dan sisi batako lainnya (tidak terkena api) dengan termometer digital pada 15 titik pengukuran seperti Gambar 2.8. Tingkat kerusakan juga dipantau secara visual. Model uji tingkat ketahanan api ditunjukkan pada Gambar 2.9.



Gambar 2.7: Pembakaran Batako (Nastain & Agus, 2018).



Gambar 2.8: Titik pengukuran suhu (Nastain & Agus, 2018).



Gambar 2.9: Model uji tingkat isolasi panas batako (Nastain & Agus, 2018).

Keterangan:

1. Alat pembakaran
2. Ruang sisi ekspose api
2. Benda uji batako
3. Pengukuran suhu pada benda uji.
4. Ruang sisi tak terekspose api

2.10. Penelitian Terdahulu

Adapun beberapa penelitian terdahulu yang dijadikan acuan dalam penelitian yang akan dilakukan nantinya yang dapat dilihat pada Tabel 2.9.

Tabel 2.9: Penelitian terdahulu (Hasil Studi Literatur)

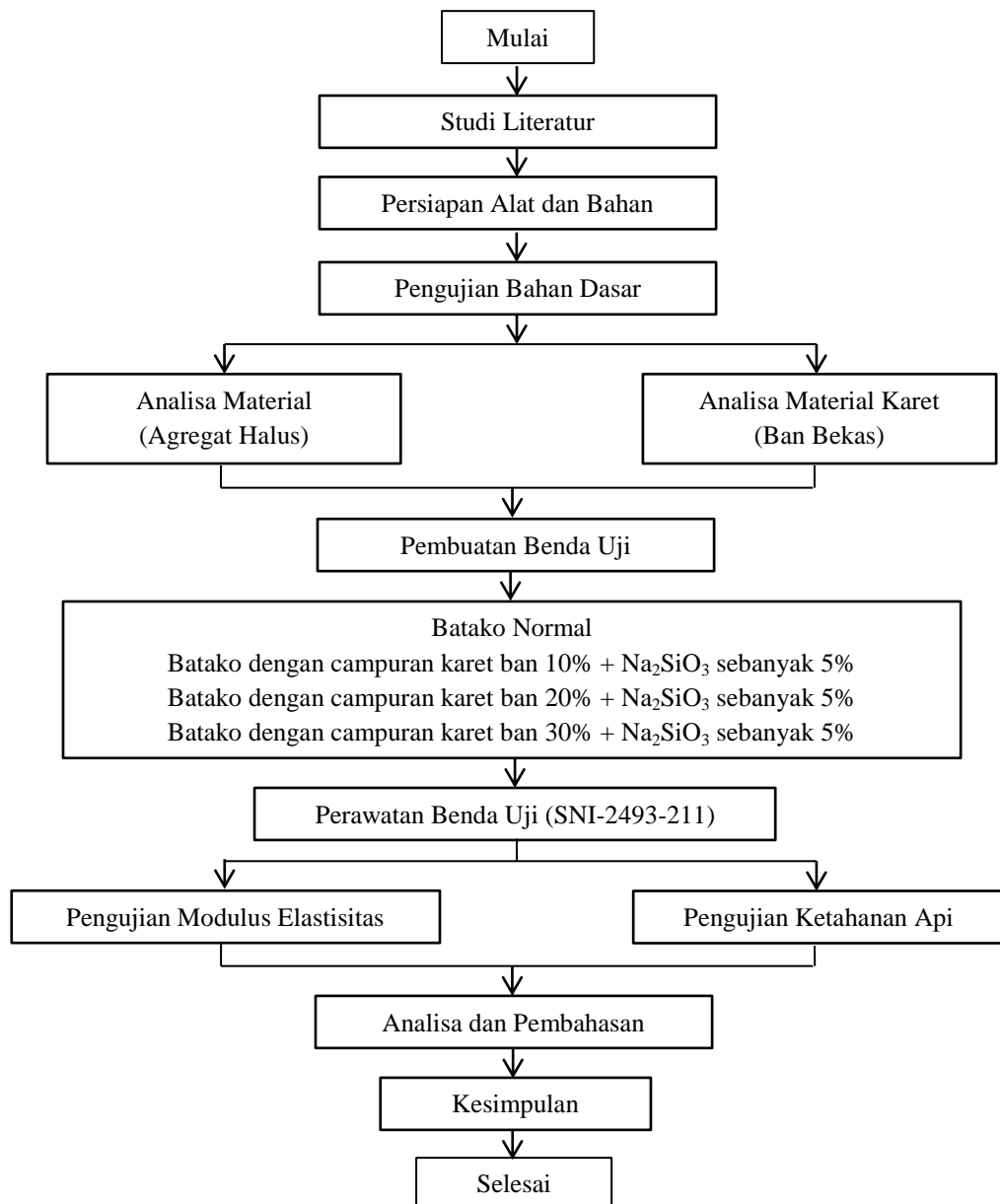
No.	Judul Artikel	Kesimpulan
1.	Modulus Elastisitas Batako Dengan Penambahan Material Karet dari Ban Bekas Untuk Dinding Bangunan Ramah Gempa (Rusnardi Rahmat Putra, 2016).	Hasil pengujian kuat tekan batako ditinjau dari umurnya yaitu 7 hari, 14 hari dan 28 hari, semakin lama umur batako dengan penambahan ban karet maka semakin besar pula kuat tekan batako tersebut dan semakin besar juga nilai modulus elastisitasnya.
2.	Tingkat Ketahanan Api Batako Ban Bekas untuk Material Dinding Bangunan (Nastain & Agus Maryoto, 2018).	Dari hasil pengujian bertambahnya kadar ban bekas dalam batako akan menyebabkan suhu kebakaran menjadi lebih rendah dan batako ban bekas akan memiliki laju penyebaran suhu yang lebih rendah dibandingkan batako biasa (tanpa ban bekas).
3.	Studi Variasi Penambahan Serat Karet Ban Bekas Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton Dengan Faktor Air Semen 0,5 (R.Dedi Imam Kurnia dkk., 2019)	Pengujian menghasilkan nilai kuat tekan beton yang ditambahkan serat karet ban bekas lebih rendah dari pada beton normal, sedangkan nilai kuat tarik belah beton ditambahkan serat karet ban bekas lebih tinggi dari pada beton yang tidak ditambahkan serat.
4.	Pengaruh Penambahan Natrium Silikat (Na_2SiO_3) Terhadap Daya Serap Air Dan Kuat Tekan Pada Batako (Ryan Syahputra, 2021).	Hasil pengujian menyatakan terjadinya penurunan kuat tekan pada batako dengan penambahan kadar natrium silikat (Na_2SiO_3) sebesar 10%, 20% dan 30% dari berat semen pada bahan campuran batako dan terjadi peningkatan daya serap air pada batako dibanding batako normal.
5.	Pengaruh Penambahan Agregat Ban Bekas dan Limbah Botol Kaca Terhadap Karakteristik dan Kuat Tekan Batako (Dedyerianto dkk., 2022)	Penggunaan ban bekas dan serbuk kaca sebagai bahan tambah dari perbandingan yang telah ditetapkan dapat memberikan standar mutu III dalam pembuatan batako menurut SNI 03-0349-1989, dikarenakan penurunan yang terjadi pada kuat tekan batako seiring dengan berkurangnya penggunaan pasir setiap sampel benda uji.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1. Diagram Alur Penelitian

Untuk menggambarkan alur kerja secara keseluruhan dan menjelaskan urutan prosedur-prosedur yang dilakukan dalam penelitian, dijelaskan dalam diagram alir berikut:



Gambar 3.1: Diagram alur penelitian

3.2. Studi Literatur

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental laboratorium yaitu mengadakan kegiatan percobaan untuk mendapatkan data. Sebagai acuan dalam penyelesaian tugas akhir ini tidak terlepas dari data-data pendukung. Data pendukung diperoleh dari:

3.2.1. Data primer

Data primer adalah data yang diperoleh dari hasil yang dilaksanakan di laboratorium. Data yang diperoleh dari hasil perhitungan di laboratorium seperti:

- Analisa saringan agregat.
- Berat jenis dan penyerapan.
- Pemeriksaan berat isi agregat.
- Pemeriksaan kadar air agregat.
- Pemeriksaan kadar lumpur agregat
- Perbandingan dalam campuran batako (Mix design).
- Uji kuat tekan beton.
- Uji Ketahanan Api

3.2.2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku yang berhubungan dengan teknik beton (literatur) dan konsultasi langsung dengan Dosen Pembimbing. Data teknis mengenai SNI-03-0349-1989, SNI-03-2834-2000, PBI (Peraturan Beton Indonesia) 1982, serta buku-buku atau literatur sebagai penunjang guna untuk memperkuat suatu penelitian yang dilakukan. Langkah-langkah penelitian yang dilaksanakan dapat dilihat pada sub bab 3.3.

3.3. Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat dan waktu penelitian adalah sebagai berikut:

- a. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan dan Rekayasa Beton Universitas Sumatera Utara Jl. Perpustakaan No. 19 Kampus USU Medan. Dengan kelengkapan peralatan laboratorium yang berstandar.

b. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni 2023 hingga Juli 2023.

3.4. Bahan dan Peralatan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian yang akan dilakukan diantaranya sebagai berikut:

3.4.1. Bahan

Komponen bahan pembentuk batako yang digunakan yaitu:

1. Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen tipe 1 PCC (*Portland Composite Cement*) merek Semen Padang kemasan 40 kg.

2. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir yang diperoleh dari daerah Binjai.

3. Air

Air yang digunakan berasal dari PDAM Tirtanadi Medan.

4. Ban Karet Bekas

Ban karet bekas yang dipakai dalam penelitian ini berupa serutan-serutan yang dipotong secara halus dengan ukuran yang beragam $\pm 1-2$ cm, dengan persentase 10%, 20%, dan 30% terhadap berat agregat halus yang digunakan. Ban karet bekas dibeli dari prabrik limbah ban di daerah binjai.

5. Natrium Silikat (Na_2SiO_3),

Natrium Silikat (Na_2SiO_3) yang berbentuk pasta/gel, dibeli di toko kimia terdekat. Persentase Na_2SiO_3 yang dicampuran sekitar 5% dari berat semen yang digunakan.

3.4.2. Alat

Alat-alat yang digunakan di dalam penelitian ini antara lain:

1. Cetakan Batako ukuran 21 cm x 10 cm x 10 cm terbuat dari plat besi.
2. Kerucut konus dan batang penumbuk, untuk pengujian pasir dalam kondisi jenuh kering muka.
3. Saringan standart ASTM dengan ukuran 0,15 mm; 0,30 mm; 0,60 mm; 1,18 mm; 2,36 mm; 4,75 mm, untuk menyaring untuk agregat halus pasir.
4. Kuas, sekop dan nampan, digunakan untuk menuang dan menampung adukan beton kedalam cetakan.
5. Timbangan analitik dengan ketelitian 0,1 gram
6. Oven, untuk mengeringkan sampel dalam pemeriksaan bahan-bahan yang digunakan untuk campuran beton.
7. Mesin Uji kuat tekan CTM (*Compression Testing Machine*)
8. Mistar sorong dan kapiler, untuk mengukur dimensi benda uji
9. Gelas ukur dan piknometer, untuk mengukur berat jenis.
10. Alat pendukung lain yang diperlukan di lapangan dan laboratorium.

3.5. Pengujian Bahan Dasar

Setelah seluruh material yang diperoleh telah sampai lokasi, maka material dipisahkan menurut jenisnya untuk mempermudah dalam tahapan-tahapan penelitian dan juga agar material tidak tercampur dengan bahan-bahan yang lain sehingga mempengaruhi kualitas material. Material dibersihkan dari noda dan melakukan penjemuran pada material yang basah.

Setelah itu melakukan pemeriksaan pada agregat halus dilakukan di Laboratorium mengikuti panduan dari SNI tentang pemeriksaan agregat. Di dalam penelitian ini meliputi beberapa tahapan/pemeriksaan diantaranya:

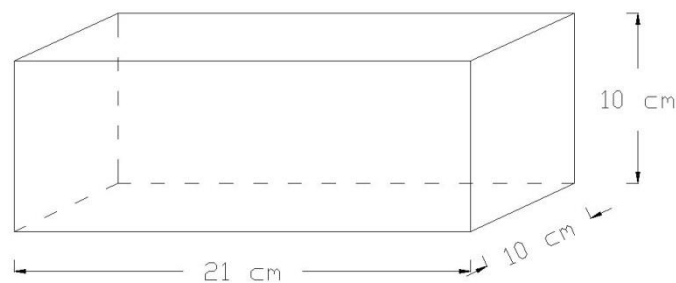
- a. Pemeriksaan berat volume.
- b. Pemeriksaan berat jenis.
- c. Pemeriksaan berat jenis kering muka.
- d. Pemeriksaan kadar lumpur dan penyerapan.
- e. Pemeriksaan berat isi.
- f. Pemeriksaan analisa saringan/gradasi butir.

3.6. Pembuatan Benda Uji

Tahap awal sebelum melakukan perencanaan campuran, dilakukan pengujian terhadap komponen-komponen dasar pembentuk batako sesuai dengan SNI (Standar Nasional Indonesia), yaitu pengujian terhadap agregat halus dan penyerapan air. Selanjutnya dilakukan perencanaan campuran batako berdasarkan SNI (Standar Nasional Indonesia) .

Penelitian ini dimulai dari, menentukan persentase atau komposisi masing-masing komponen material pembentuk batako untuk memperoleh suatu campuran batako yang ekonomis, memenuhi kekuatan dan keawetan yang direncanakan, serta memiliki kelecakan yang sesuai sehingga mempermudah proses pengerjaan. Melakukan pengujian material awal yaitu agregat halus (pasir) dan proses penyerapan air.

Selanjutnya melakukan pembuatan benda uji dibuat menggunakan cetakan berbentuk persegi panjang dengan sisi berukuran 21 cm x 10 cm x 10 cm yang berjumlah 12 buah sesuai dengan jenis campuran batako. Proses pembuatan benda uji ditunjukkan dengan gambar pada lampiran.



Gambar 3.2: Dimensi Benda Uji

3.7. Perawatan Benda Uji

Batako yang telah dikeluarkan dari cetakan, dilakukan perawatan dengan cara perendaman dalam air sampai saat uji kuat tarik belah dilakukan, yaitu pada umur 28 hari, kemudian lakukan pengujian sampel batako tersebut.

3.8. Pengujian Benda Uji

Pengujian kuat tekan dilakukan berdasarkan standar yang telah ditetapkan oleh SNI-0349-1989. Pengujian dilakukan menggunakan mesin uji tekan dengan kapasitas 1500 KN. Benda uji diletakkan pada arah berdiri di atas alat penguji kemudian beban tekan diberikan merata arah tegak dari atas pada benda uji. Sebelum ditekan benda uji ditimbang terlebih dahulu untuk dapat mengetahui berat jenis batako. Jumlah sampel pengujian direncanakan sebanyak 24 buah dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1: Jumlah variasi sampel pengujian batako (Hasil Analisa)

No.	Variasi Campuran Batako	Jumlah Sampel Pengujian Umur 28 hari
1.	Batako Normal	6 buah
2.	Batako dengan campuran karet ban 10% + Na ₂ SiO ₃ sebanyak 5%	6 buah
3.	Batako dengan campuran karet ban 20% + Na ₂ SiO ₃ sebanyak 5%	6 buah
4.	Batako dengan campuran karet ban 30% + Na ₂ SiO ₃ sebanyak 5%	6 buah
Total		24 buah

Dan juga dilakukan pengujian ketahanan api yang berdasarkan modifikasi SNI 1741-2008 dengan menggunakan alat pembakaran dan untuk mendapatkan area pembakaran yang luas digunakan tungku gas yang di modifikasi. Penembakan api ke batako dilakukan selama kurang lebih 60 menit dan dilakukan pengukuran suhu tiap 10 menit pada sisi batako yang terkena api (terekspose api) dan pada sisi sebaliknya (tidak terekspose api) menggunakan termometer digital pada 15 titik pengukuran. Tingkat kerusakan akibat kebakaran juga di amati secara visual.

3.9. Analisa dan Pembahasan

Pada tahap ini melakukan analisa dari hasil pengujian modulus elastisitas dan uji tahanan api yang telah dilakukan. Data – data yang didapat dari pengujian di

analisa sesuai dengan standart dan rumus – rumus empiris pada umumnya. Setelah semua tahap – tahap diatas telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan dari keseluruhan hasil pada penelitian ini.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengerjaan Mix Design Batako

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan dan Rekayasa Beton Universitas Sumatera Utara Jl. Perpustakaan No. 19 Kampus USU Medan, dengan menggunakan metodologi yang telah ditentukan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI). Sehingga hasil percobaan yang diperoleh akan dibandingkan dengan parameter yang ditetapkan oleh SNI masing-masing uji.

4.2. Hasil Pemeriksaan Bahan Penyusun Batako

Pada pemeriksaan bahan penyusun batako peneliti memperoleh data material meliputi berat jenis, kadar air, kadar lumpur, berat isi, penyerapan serta analisa saringan. Bahan-bahan yang akan digunakan pada pencampuran batako memiliki beberapa persyaratan yang harus dipenuhi sehingga perlu dilakukan pemeriksaan bahan penyusun batako.

4.2.1. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

Pada penelitian ini digunakan agregat halus berupa pasir alam yang diperoleh dari Binjai. Pada agregat halus dilakukan pemeriksaan bahan yang meliputi pengujian berat volume, analisa saringan, pengujian berat jenis dan penyerapan air, pengujian kadar air, pengujian berat isi, dan pengujian kadar lumpur.

1. Hasil Analisa Agregat Halus

Pelaksanaan pengujian analisa saringan mengacu pada SNI 03-1968-1990 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil UMSU tentang analisa saringan agregat halus. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1: Hasil analisa saringan agregat halus pasir (Hasil Analisa)

Ukuran Saringan		Berat Tertahan (gr)	Berat Tertahan Kumulatif (gr)	% Tertahan Kumulatif (gr)	% Lolos Kumulatif (gr)
Nomor	mm				
-	9.50	0	0	0	100
4	4.75	45	45	4.51	95.49
8	2.38	87	132	13.24	86.76
16	1.18	115	247	24.77	75.23
20	0.85	218	465	46.64	53.36
50	0.3	267	732	73.42	26.58
100	0.15	247	979	98.19	1.81
200	0.075	18	997	100	0
Pan		0	-	-	-
Jumlah		997		360.77	
Modulus Halus Butir			$360,77/100 = 3.61$		

Pada umumnya modulus halus butir agregat halus yang disyaratkan oleh SK-SNI S-04-1989-F mempunyai nilai antara 1.50 – 3.80. Pada pengujian ini diperoleh nilai Modulus Halus Butir (MHB) sebesar 3.61 yang berarti memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan. Artinya pasir yang digunakan sebagai bahan campuran batako dalam penelitian ini, memenuhi persyaratan yang ditetapkan.

Modulus halus butir (MHB) adalah suatu indeks yang dipakai untuk mengukur kehalusan atau kekasaran butir-butir agregat, semakin besar nilai MHB suatu agregat maka semakin besar butiran agregatnya.

Untuk pemeriksaan lebih lanjut terhadap distribusi ukuran butir pasir, dapat dilakukan dengan membandingkan hasil analisa lolos saringan dengan Tabel 4.2 gradasi agregat halus menurut SNI-03-1968-1990 berikut ini.

Tabel 4.2: Penggolongan gradasi agregat halus (SNI-03-1968-1990)

Lubang (mm)	SNI-03-1968-1990				Hasil Analisa
	% Berat Butir Lolos Saringan				
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV	
10	100	100	100	100	-
4.8	90-100	90-100	90-100	95-100	95.49
2.4	60-95	75-100	85-100	95-100	86.76
1.2	30-70	55-90	75-100	90-100	75.23
0.8	15-34	35-59	60-79	80-100	53.36
0.3	5-20	8-30	12-40	15-50	26.58
0.15	0-10	0-10	0-10	0-10	1.81

Keterangan:

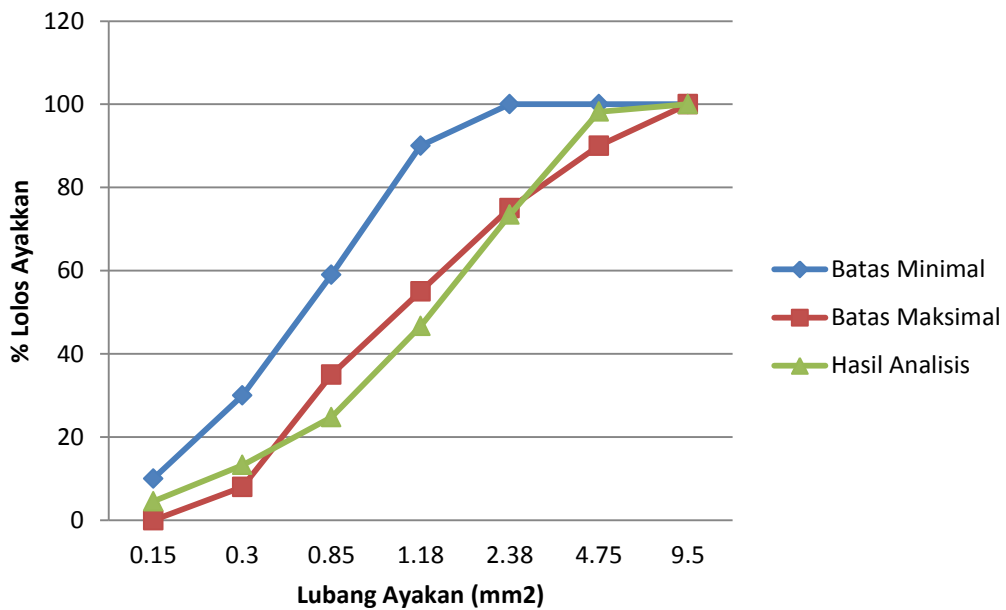
Daerah I: pasir kasar

Daerah II: pasir agak kasar

Daerah III: pasir agak halus

Daerah IV: pasir halus

Berdasarkan Tabel 4.2 agregat halus yang digunakan memenuhi persyaratan gradasi daerah II dengan jenis pasir agak kasar. Caranya dengan membandingkan hasil analisis dengan zona penggolongan jenis pasir. Untuk melihat lebih jelas posisi nilai hasil analisa terhadap batas atas dan batas bawah sesuai dengan penggolongan jenis pasir, dapat dilihat pada kurva dibawah ini.



Gambar 4.1: Kurva hasil gradasi agregat halus

2. Hasil Analisa Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus Pasir

Pemeriksaan berat jenis SSD (*Saturated Surface Dry*) dilakukan sesuai dengan SNI 03-1970-1990. Pemeriksaan ini penting dilakukan untuk mengetahui, apakah pasir yang digunakan telah memenuhi syarat atau belum untuk bahan campuran adukan. Dari pengujian laboratorium diperoleh hasil di Tabel 4.3 bawah ini.

Tabel 4.3: Proporsi berat sampel pemeriksaan berat jenis (Hasil Analisa)

Percobaan/Pengukuran	Nilai
Berat sampel kering oven (BK)	487,3
Berat sampel kering permukaan jenuh (BJ)	500
Berat Piknometer diisi Air (B)	953
Berat Piknometer + Benda Uji SSD + Air (Bt)	1230

Selanjutnya data dari hasil perhitungan pada Tabel 4.3 di atas, dihitung untuk mengetahui Berat Jenis dan Penyerapan agregat halus, dengan rumus dan perhitungan berikut.

Tabel 4.4: Hasil perhitungan berat jenis dan penyerapan agregat halus pasir (Hasil Analisa)

Perhitungan	Nilai	Parameter SNI.03-1969-2008
BJ Bulk: $\frac{BK}{B + BJ - Bt}$	2.19	2.5 – 2.7
BJ SSD: $\frac{BJ}{B + BJ - Bt}$	2.24	2.5 – 2.7
BJ Semu: $\frac{BK}{B + BK - Bt}$	2.32	2.5 – 2.7
Penyerapan: $\frac{BJ - BK}{BK} \times 100\%$	2.61	Max. 3%

Dari hasil pengujian laboratorium, diperoleh bahwa pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus pasir sudah memenuhi parameter yang ditentukan oleh SNI.03-1969-2008, untuk digunakan sebagai bahan campuran batako ataupun beton.

3. Hasil Analisa Kadar Lumpur Agregat Halus

Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus pasir dari pengujian di laboratorium diperoleh hasil berikut.

Tabel 4.5: Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat halus (Hasil Analisa)

Percobaan/Pengukuran	Nilai
Tinggi Pasir (V1)	11.40
Tinggi Lumpur (V2)	0.225
Kadar lumpur (%)	1.935

Menurut SNI S-04-1998-F, kandungan lumpur agregat halus untuk bahan bangunan maksimal 5%. Dengan demikian, pasir yang dianalisis dinyatakan layak digunakan.

4. Hasil Analisa Berat Volume Agregat Halus

Pengujian berat volume/isi agregat halus dalam bahan campuran, dilakukan pada agregat halus dalam kondisi gembur dan kondisi padat. Pedoman pelaksanaannya dilakukan menurut SNI.03-4804-1998, diperoleh hasil sebagai berikut ini.

Berat Volume

$$\begin{aligned} \text{Berat Agregat (W3)} &= \text{Berat wadah diisi agregat (W2)} - \text{berat wadah (W1)} \\ &= 8.560 \text{ gram} - 4.710 \text{ gram} \\ &= 3.850 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Volume (gr/cm}^3\text{)} &= \text{Berat Agregat (W3)} / \text{Volume Tabung (Vm)} \\ &= 3.850 \text{ gram} / 2.508 \text{ cm}^3 \\ &= 1.54 \text{ gr/ cm}^3 \end{aligned}$$

Adapun untuk hasil perhitungan berikutnya dapat dilihat pada Tabel 4.6 dan 4.7 dibawah ini.

Tabel 4.6: Hasil pemeriksaan berat volume gembur agregat halus (Hasil Analisa)

Uraian	Hasi Percobaan		Rata-rata
	Sampel 1	Sampel 2	
Berat tabung, gram (W1)	4.710	4.710	4.710
Berat Tabung + Agregat Halus kondisi jenuh, gram (W2)	8.560	8.360	8.460
Berat Agregat halus, gram (W3)	3.850	3.650	5.600
Volume Tabung, cm ³ (Vm)	2.508	2.508	2.508
Berat Volume (gr/cm ³)	1,54	1,46	1,50

Tabel 4.7: Hasil pemeriksaan berat volume padat agregat halus (Hasil Analisa)

Uraian	Hasi Percobaan		Rata-rata
	Sampel 1	Sampel 2	
Berat tabung, gram (W1)	4.710	4.710	4.710
Berat Tabung + Agregat Halus kondisi jenuh, gram (W2)	9.140	9.080	9.460
Berat Agregat halus, gram (W3)	4.430	4.370	4.400
Volume Tabung, cm ³ (Vm)	2.508	2.508	2.508
Berat Volume (gr/cm ³)	1,76	1,74	1,75

Dari hasil percobaan diperoleh

1. Berat volume agregat halus gembur adalah 1.50 gr/cm³.
2. Berat volume agregat halus padat adalah 1.75 gr/cm³.

Menurut SNI.03-4804-1998, parameter untuk berat volume gembur dan berat volume padat agregat halus yang baik adalah berkisar 1.4 – 1.9 gr/cm³. Sehingga agregat halus yang dipakai dalam bahan campuran batako dikatakan bisa digunakan.

Secara garis besar seluruh hasil analisa agregat halus pada percobaan ini adalah sebagai berikut:

Tabel 4.8: Rangkuman hasil analisa agregat halus (Hasil Analisa)

No.	Jenis Analisa	Hasil	Parameter		Keterangan
1	Modulus Halus Butir (MHB)	3.61	1.5 – 3.8	SK-SNI S-04-1989-F	Diterima
2	Jenis Gradasi Agregat	Agak kasar		SNI-03-1968-1990	Diterima
3.	Berat Jenis - Bulk Specific Gravity - SSD (Saturate Surface Dry) - Semu (apparence) - Penyerapan (%)	2.19 2.24 2.32 2.61	2.5 – 2.7 2.5 – 2.7 2.5 – 2.7 Max 3%	SNI.03-1969-2008	Diterima Diterima Diterima Diterima
4.	Kadar Lumpur (%)	1.935	< 5%	SK-SNI S-04-1998-F	Diterima
5.	Berat Volume Gembur (gr/cm ³)	1,50	1,4 – 1,9	SNI.03-4804-1998	Diterima
6.	Berat Volume Padat (gr/cm ³)	1,75	1,4 – 1,9	SNI.03-4804-1998	Diterima

Dari tabel di atas, secara umum dapat dikatakan bahwa kualitas pasir yang digunakan sebagai bahan campuran batako, dapat digunakan dan memenuhi syarat.

4.2.2. Hasil Pemeriksaan Semen

Hasil Analisa Berat Jenis Volume Semen dilakukan sesuai dengan ketentuan ASTM C-1988, dengan menggunakan labu *Le Chateller*, kemudian membandingkan volumenya. Data hasil percobaan adalah sebagai berikut.

Tabel 4.9: Proporsi berat sampel pemeriksaan berat volume semen (Hasil Analisa)

No.	Uraian	Satuan	Percobaan	
			I	II
1	Berat Semen	gram	64	64
2	Volume I (V1)	ml	1	1
3	Volume II (V2)	ml	21.1	21.4

Rumus berat jenis volume semen adalah:
$$\frac{\text{Berat Semen}}{V2 - V1}$$

Tabel 4.10: Hasil perhitungan berat jenis volume semen (Hasil Analisa)

Perhitungan		Hasil Analisa	
		I	II
Berat Jenis Semen	$\frac{\text{Berat Semen}}{V2 - V1}$	3.18	3.14
Rata – Rata		3.16	

Pada percobaan ini diperoleh hasil bahwa berat jenis semen *Portland Composite Cement Type I*, merek Semen Padang adalah sebesar 3.16 gr/cm³. Nilai ini sesuai dengan yang disyaratkan oleh ASTM yaitu berkisar 3.0 – 3.2 gr/cm³.

4.2.3. Hasil Pemeriksaan Ban Karet

Pengujian berat volume/isi ban bekas dalam bahan campuran, dilakukan sama seperti agregat halus dalam kondisi gembur dan kondisi padat. Maka diiperoleh hasil sebagai berikut ini.

Tabel 4.11: Hasil pemeriksaan berat volume ban (Hasil Analisa)

Uraian	Hasil Percobaan		Rata-rata
	Padat	Gembur	
Berat tabung, gram (W1)	4.710	4.710	4.710
Berat Tabung + Ban bekas kondisi jenuh, gram (W2)	6.560	6.130	6.345
Berat Ban Bekas, gram (W3)	1.850	1.420	1.635
Volume Tabung, cm ³ (Vm)	2.508	2.508	2.508
Berat Volume Ban (gr/cm ³)	0.74	0,57	0,66

Dari hasil pengujian laboratorium, diperoleh bahwa pengujian volume ban bekas yaitu 0.74 gr/cm³ dalam kondisi padat dan 0.57 gr/cm³ dalam kondisi gembur. Maka rata-rata berat volume ban bekas dianalisa yaitu 0.66 gr/cm³ yang digunakan sebagai bahan tambah campuran batako yang akan dibuat.

4.2.4. Proporsi Bahan Campuran Batako.

Dari hasil analisa laboratorium terhadap agregat halus dan bahan tambah, maka proporsi bahan campuran penyusun batako dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{A. Volume Netto Batako} &= \text{Ukuran Batako} - \text{Volume Rongga} \\
 &= \text{Ukuran Batako} - (1/2 \text{ Alas} \times \text{Tinggi} \times \text{Panjang}) \\
 &= 21 \times 10 \times 10 \text{ cm} - (1/2 \times 3 \times 2 \times 21 \text{ cm}) \\
 &= 2100 \text{ cm}^3 - 63 \text{ cm}^3 \\
 &= 2037 \text{ cm}^3 \\
 &= 0,002037 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{B. Volume Semen Per Batako} &= 1/7 \times 0.002037 \text{ m}^3 \times \text{Berat Volume Semen} \\
 &= 1/7 \times 0.002037 \text{ m}^3 \times 3.160 \text{ kg/cm}^3 \\
 &= 0,91956 \text{ kg} \\
 &= 919,56 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

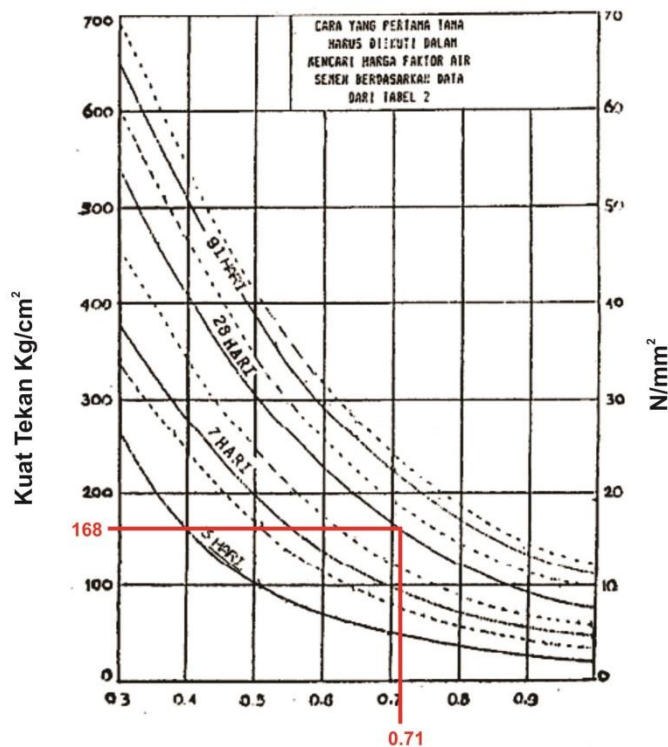
$$\begin{aligned}
 \text{C. Volume Pasir Per Batako} &= 6/7 \times \text{volume netto batako} \times \text{berat volume pasir} \\
 &= 6/7 \times 0,002037 \text{ m}^3 \times 1.500 \text{ kg/cm}^3 \\
 &= 2,619 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{D. Volume Air per batako} &= \text{Nilai FAS} \times \text{Berat Volume Semen} \\
 &= 0,71 \times 0,91956 \\
 &= 0,6528876 \text{ kg} \\
 &= 0,6528876 \text{ kg} \times 0,753 \\
 &= 0,492 \text{ Liter}
 \end{aligned}$$

Nilai FAS sebesar 0.71, diperoleh dari grafik berikut, dengan cara:

1. Kuat Tekan ditentukan ($f'c$) = 10 Mpa (sesuai Standar fisik menurut SNI)
2. Margin (M) = $1,64 \times \text{standar deviasi (SNI 03-2834-2000)}$
 $= 1,64 \times 4,2$
 $= 6,8 \text{ Mpa}$
3. Nilai Kuat Tekan Rencana ($f'cr$) = $f'c + M$
 $= 10 \text{ Mpa} + 6,8 \text{ Mpa}$
 $= 16,8 \text{ Mpa (168 kg/cm}^2\text{)}$

Sehingga nilai FAS dapat ditentukan dengan mengambil garis potong antara nilai kuat tekan rencana (168 kg.cm2) dengan umur benda uji pada 28 hari, diperoleh nilai FAS sebesar 0.71.



Gambar 4.2: Nilai FAS Pada Campuran Batako

E. Kebutuhan Ban Bekas Per Batako:

Tabel 4.12: Analisa kebutuhan ban bekas per batako (Hasil Analisa)

No.	Ban Bekas	Vol.Pasir (Kg)	Ban Bekas/Batako (Kg)	Jumlah Sampel
1	Batako Normal - 0%	2,61	0	4
2	Konsentrasi - 10%	2,61	$2,61 \times 10\% = 0,26$	4
3	Konsentrasi - 20%	2,61	$2,61 \times 20\% = 0,52$	4
4	Konsentrasi - 30%	2,61	$2,61 \times 30\% = 0,78$	4

F. Kebutuhan Natrium Silikat (Na_2SiO_3) Per Batako:

Tabel 4. 13: Analisa kebutuhan na_2siO_3 per batako (Hasil Analisa)

No.	Natrium Silikat	Vol.Semen (gram)	Na_2SiO_3 /Batako (gram)	Jumlah Sampel
1	Batako Normal - 0%	919,56	0	4
2	Konsentrasi - 10%	919,56	$919,56 \times 5\% = 46,0$	4
3	Konsentrasi - 20%	919,56	$919,56 \times 5\% = 46,0$	4
4	Konsentrasi - 30%	919,56	$919,56 \times 5\% = 46,0$	4

4.3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Batako

Pengujian kuat tekan pada batako pada umur 28 hari dilakukan dengan mesin uji kuat tekan CTM (*Compression Testing Machine*) pada Laboratorium Bahan dan Rekayasa USU untuk mengetahui nilai kuat tekan batako dari benda uji yang dibuat berdasarkan komposisi campuran.

Prosedur pengujian kuat tekan dilakukan sesuai SNI 03-0349-1989, maka diperoleh hasil berikut.

Perhitungan hasil pengujian kuat tekan:

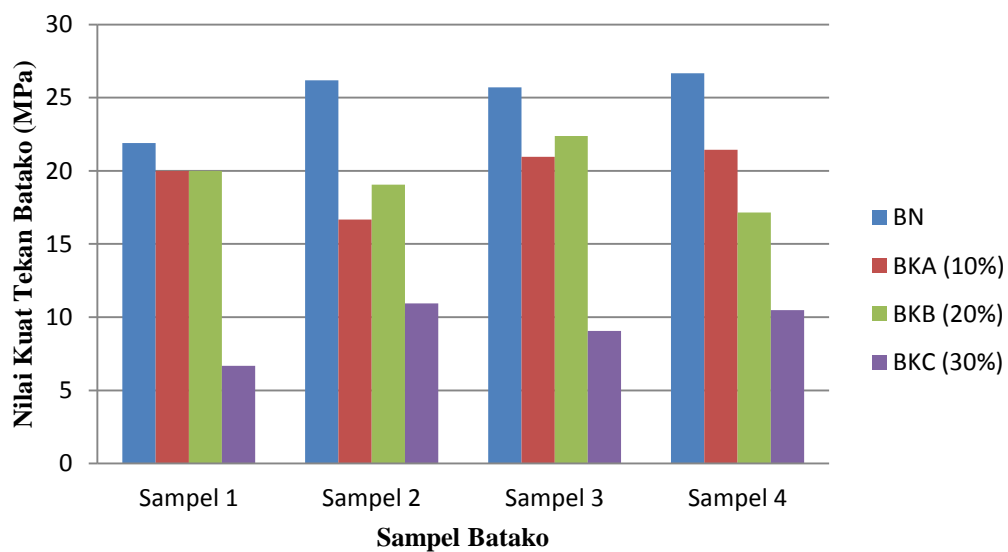
$$\begin{aligned} F'_c &= P \text{ maks} / A \\ &= 460 \text{ kN} / 210 \text{ cm}^2 \\ &= 460 \times 101.97 \text{ kg} / 210 \text{ cm}^2 \\ &= 223.37 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Adapun untuk hasil-hasil perhitungan berikutnya dapat dilihat pada Tabel 4.14 dibawah ini.

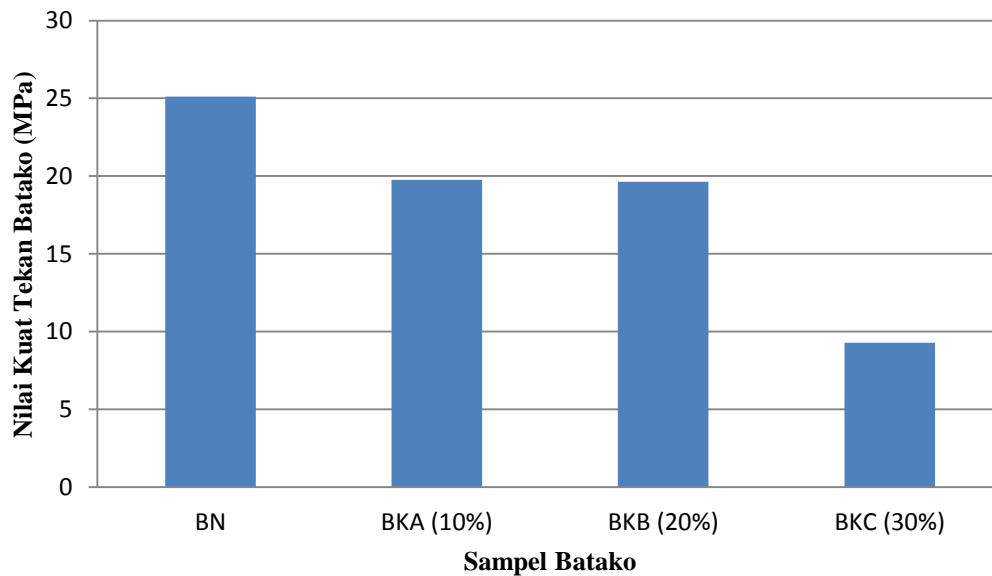
Tabel 4.14: Hasil pengujian kuat tekan batako umur 28 hari (Hasil Analisa)

No.	Benda Uji Batako (20x10x10 cm)	Berat Benda Uji (Kg)	Luas Penampang (cm ²)	Beban Tekan (kN)	Kuat Tekan (kg/cm ²)	Kuat Tekan (Mpa)
1	N1	4.52	210	460	223.37	21.90
2	N2	4.54	210	550	267.07	26.19
3	N3	4.58	210	540	262.21	25.71
4	N4	4.32	210	560	271.92	26.67
Rata – Rata Normal				527.50	256.14	25.12
1	BKA1 10%	4.37	210	420	203.94	20.00
2	BKA2 10%	4.11	210	350	169.95	16.67
3	BKA3 10%	4.28	210	440	213.65	20.95
4	BKA4 10%	4.41	210	450	218.51	21.43
Rata – Rata 10%				415.00	201.51	19.76
1	BKB1 20%	4.27	210	420	203.94	20.00
2	BKB2 20%	4.29	210	400	194.23	19.05
3	BKB3 20%	4.19	210	470	228.22	22.38
4	BKB4 20%	4.26	210	360	174.80	17.14
Rata – Rata 20%				412.50	200.30	19.64
1	BKC1 30%	4.21	210	140	67.98	6.67
2	BKC2 30%	4.30	210	230	111.68	10.95
3	BKC3 30%	4.16	210	190	92.26	9.05
4	BKC4 30%	4.13	210	220	106.83	10.48
Rata – Rata 30%				195.00	94.69	9.29

Berdasarkan Tabel 4.14 diperoleh grafik hasil pengujian kuat tekan batako yang dapat dilihat pada Gambar 4.3 dan Gambar 4.4.



Gambar 4.3: Grafik nilai kuat tekan batako semua variasi



Gambar 4.4: Grafik nilai kuat tekan batako rata-rata

Dari data kuat tekan batako pada umur 28 hari dilihat pada Tabel 4.14 di atas, menunjukkan bahwa kuat tekan batako normal tanpa bahan tambahan ban karet bekas dan natrium silikat (Na_2SiO_3), hasilnya adalah sebesar 256.14 kg/cm^2 (25.12 Mpa), nilai ini sesuai dengan persyaratan fisis yang ditentukan oleh SNI 03-0349-1989 dan masuk dalam golongan batako pejal dengan kualitas I, dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Sedangkan untuk batako dengan campuran bahan tambah ban karet bekas dan natrium silikat (Na_2SiO_3), hasilnya menunjukkan terjadi penurunan nilai kuat tekan pada batako yang sangat signifikan. Penurunan nilai kuat tekan secara ringkas dapat dilihat pada Tabel 4.13. Dimana pada penambahan 10% ban karet + 5% Na_2SiO_3 kuat tekan menurun menjadi 201.51 kg/cm^2 (19.76 Mpa), penambahan 20% ban karet + 5% Na_2SiO_3 kuat tekan menurun menjadi 200.30 kg/cm^2 (19.64 Mpa), dan penambahan 30% ban karet + 5% Na_2SiO_3 kuat tekan menurun menjadi 94.69 kg/cm^2 (9.29 Mpa).

4.4. Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Batako

Adapun nilai modulus elastisitas pada pengujian batako normal dan batako dengan penambahan ban karet bekas ditambah dengan natrium silikat (Na_2SiO_3) yang dapat dihitung sebagai berikut.

Analisa Modulus Elastisitas

$$\begin{aligned}\sigma &= F'c / A & \varepsilon &= \Delta L / L \\ &= 223.37 / 210 & &= 0.3 \text{ cm} / 21 \text{ cm} \\ &= 1,064 & &= 0,014\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}E &= \sigma / \varepsilon \\ &= 1,064 / 0,014 \\ &= 74,46 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

Adapun untuk hasil-hasil perhitungan berikutnya dapat dilihat pada Tabel 4.15 dibawah ini.

Tabel 4.15: Hasil perhitungan modulus elastisitas (Hasil Analisa)

No.	Benda Uji	F'c	A	σ	L	ΔL	ε	E
1	N1	223.37	210	1.064	21	0.3	0.014	74.46
2	N2	267.07	210	1.272	21	0.4	0.019	66.77
3	N3	262.21	210	1.249	21	0.5	0.024	52.44
4	N4	271.92	210	1.295	21	0.3	0.014	90.64
Rata – Rata Normal		256.14	210	1.220	21	0.375	0.018	68.30
5	BKA1 10%	203.94	210	0.971	21	0.5	0.024	40.79
6	BKA2 10%	169.95	210	0.809	21	0.3	0.014	56.65
7	BKA3 10%	213.65	210	1.017	21	0.35	0.017	61.04
8	BKA4 10%	218.51	210	1.041	21	0.1	0.005	218.51
Rata – Rata 10%		201.51	210	0.960	21	0.313	0.015	64.48
9	BKB1 20%	203.94	210	0.971	21	0.4	0.019	50.99
10	BKB2 20%	194.23	210	0.925	21	0.3	0.014	64.74
11	BKB3 20%	228.22	210	1.087	21	0.3	0.014	76.07
12	BKB4 20%	174.8	210	0.832	21	0.4	0.019	43.70
Rata – Rata 20%		200.3	210	0.954	21	0.350	0.017	57.23
13	BKC1 30%	67.98	210	0.324	21	0.4	0.019	17.00
14	BKC2 30%	111.68	210	0.532	21	0.5	0.024	22.34
15	BKC3 30%	92.26	210	0.439	21	0.2	0.010	46.13
16	BKC4 30%	106.83	210	0.509	21	0.2	0.010	53.42
Rata – Rata 30%		94.69	210	0.451	21	0.325	0.015	29.14

Keterangan:

$F'c$ = Kuat Tekan (kg/cm^2) / (Mpa)

A = Luas Penampang (m^2)

σ = Tegangan (kg/cm^2)

L = Panjang (m)

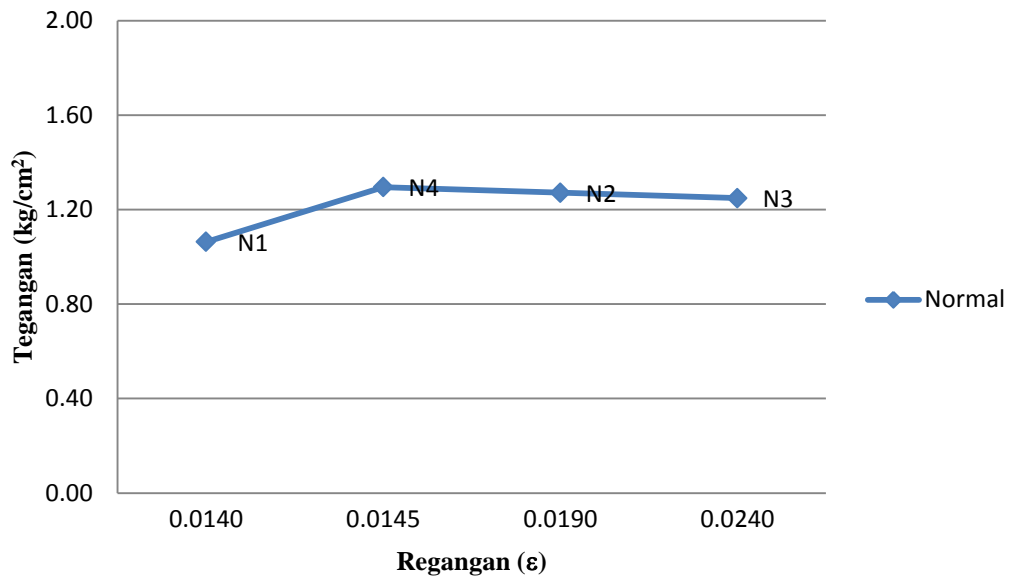
ΔL = Pertambahan Panjang (m)

ε = Regangan

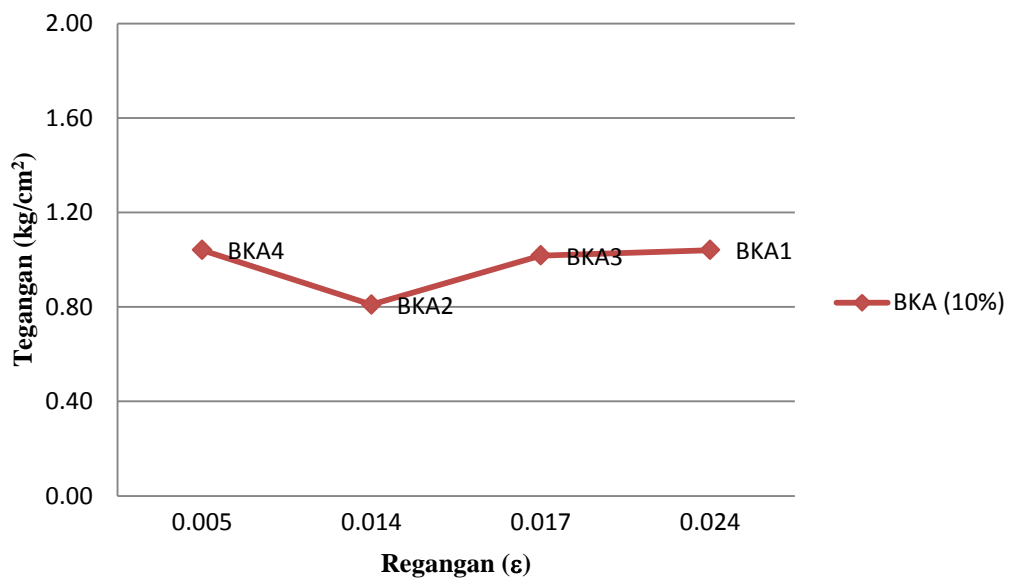
E = Modulus Elastisitas (kg/cm^2) / (Mpa)

Dari analisa pada Tabel 4.15 di atas, menunjukkan bahwa modulus elastisitas batako normal tanpa bahan tambahan ban karet bekas dan natrium silikat (Na_2SiO_3), hasilnya adalah sebesar 68.30 kg/cm^2 . Sedangkan untuk batako dengan campuran bahan tambah ban karet bekas dan natrium silikat (Na_2SiO_3), hasilnya menunjukkan terjadi penurunan nilai modulus elastisitas pada batako yang sangat signifikan. Penurunan nilai modulus elastisitas secara ringkas dapat dilihat pada Tabel 4.15. Dimana pada penambahan 10% ban karet + 5% Na_2SiO_3 modulus elastisitas menurun menjadi 64.48 kg/cm^2 , penambahan 20% ban karet 5% Na_2SiO_3 modulus elastisitas menurun menjadi 57.23 kg/cm^2 , dan penambahan 30% ban karet + 5% Na_2SiO_3 modulus elastisitas menurun menjadi 29.14 kg/cm^2 .

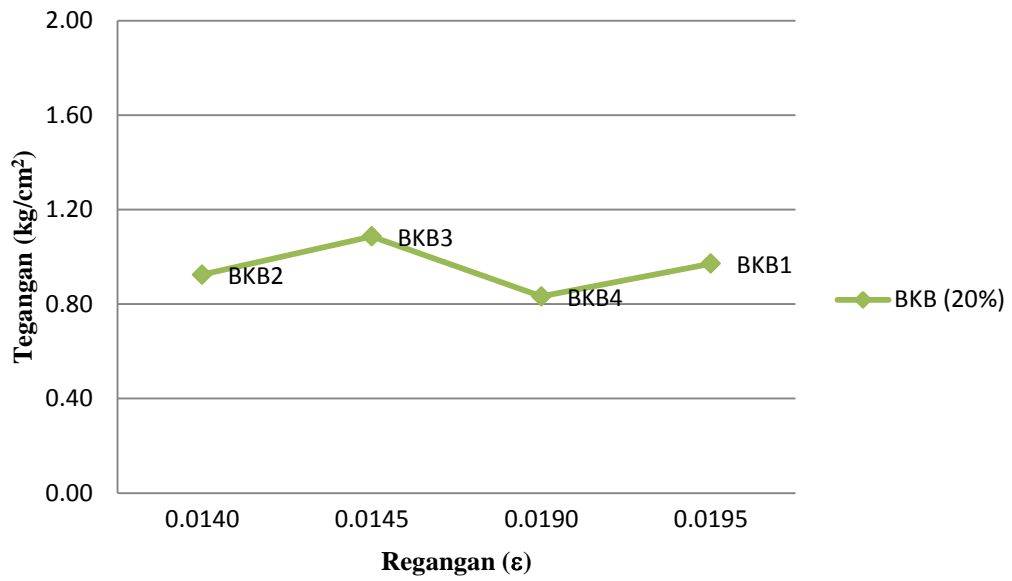
Setelah melakukan pengolahan data, didapatkan diagram tegangan-regangan dari masing-masing benda uji, untuk melihat lebih jelas posisi nilai hasil analisa setiap sampel percobaan terhadap tegangan-regangan, dapat dilihat pada Gambar 4.5 sampai Gambar 4.9 dibawah ini.



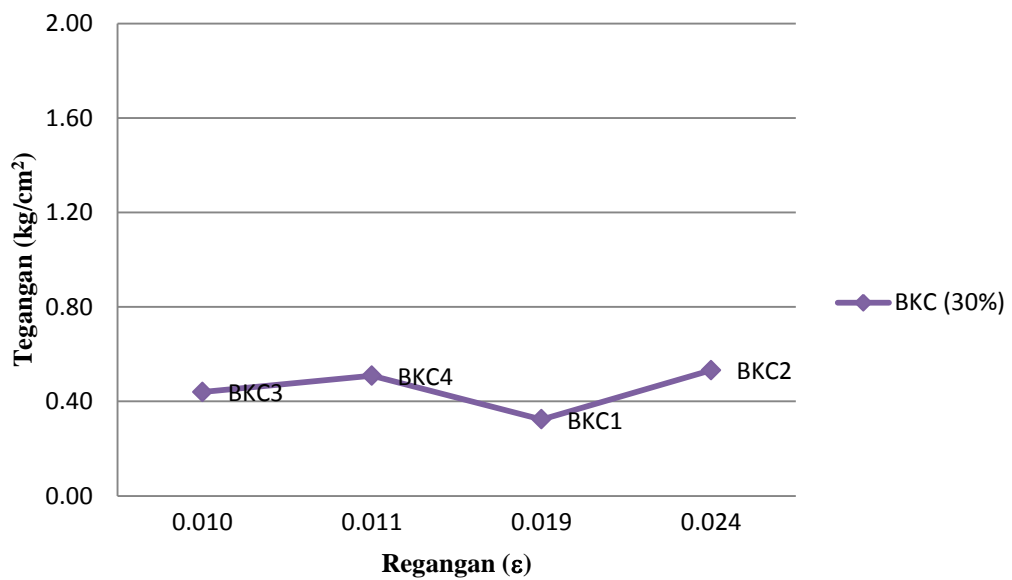
Gambar 4.5: Modulus elastisitas batako normal



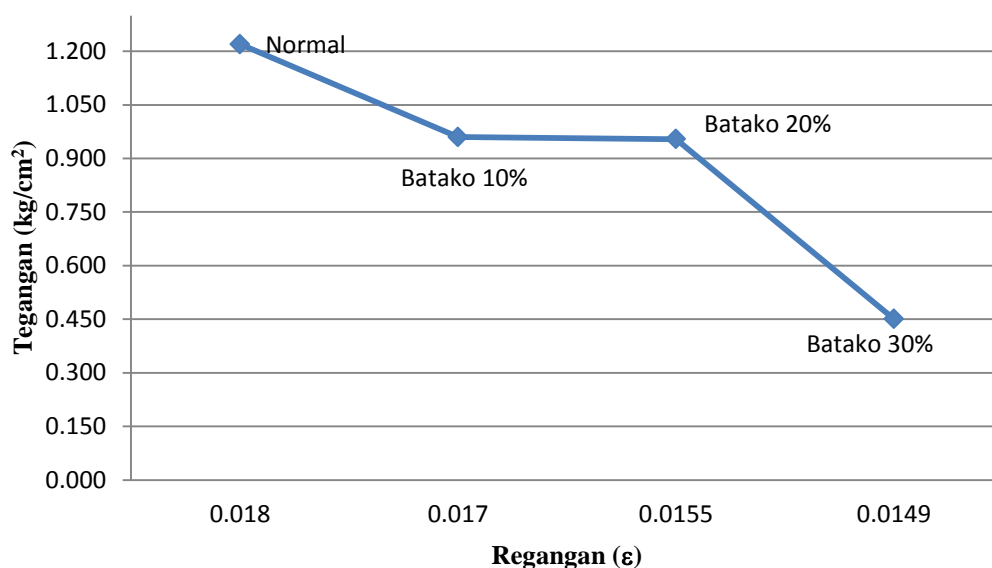
Gambar 4.6: Modulus elastisitas batako dengan campuran karet 10%



Gambar 4.7: Modulus elastisitas batako dengan campuran karet 20%



Gambar 4.8: Modulus elastisitas batako dengan campuran karet 30%



Gambar 4.9: Modulus elastisitas rata-rata batako

4.5. Hasil Pemeriksaan Ketahanan Terhadap Api

Pemeriksaan ketahanan terhadap api dilakukan pada batako yang telah mencapai umur 28 hari. Pembakaran dilakukan selama kurang lebih 60 menit dan dilakukan pengukuran suhu tiap 10 menit pada kedua sisi. Besarnya nilai suhu pada proses pembakaran dapat dilihat pada Tabel 4.16 dan Tabel 4.17 dibawah ini.

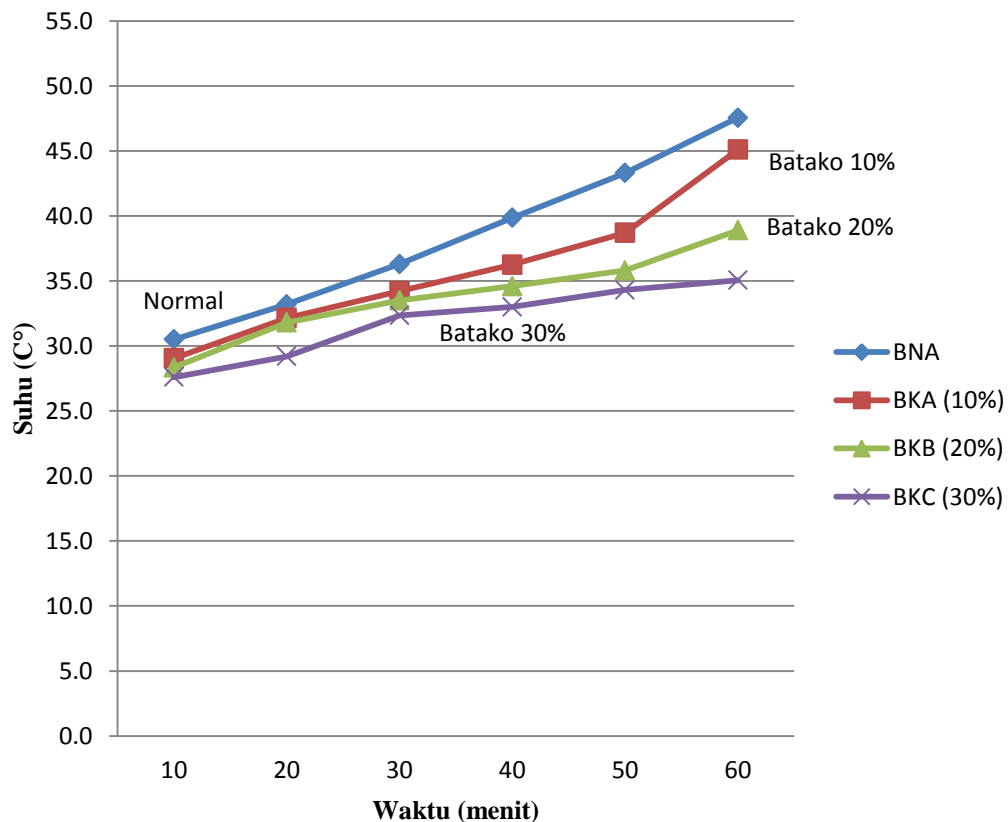
Tabel 4.16 : Hasil pengukuran suhu pada sisi tidak terekspose api (Hasil Pengukuran)

No.	Benda Uji	Suhu Pengukuran ($^{\circ}\text{C}$) / 10 menit						
		0'	10'	20'	30'	40'	50'	60'
1	BN5	28.4	30.6	33.6	36.4	40.8	43.8	48.7
2	BN6	28.3	30.4	32.8	36.2	38.9	42.8	46.4
Rata – Rata N		28.4	30.5	33.2	36.3	39.9	43.3	47.6
3	BKA5 10%	28.1	28.6	32.5	34.0	35.9	38.9	45.7
4	BKA6 10%	28.2	29.5	31.8	34.4	36.6	38.5	44.5
Rata – Rata 10%		28.2	29.1	32.2	34.2	36.3	38.7	45.1
5	BKB5 20%	27.7	28.8	31.5	33.8	34.4	35.7	39.2
6	BKB6 20%	28.1	27.9	32.1	33.2	34.8	35.9	38.6
Rata – Rata 20%		27.9	28.4	31.8	33.5	34.6	35.8	38.9
7	BKC5 30%	27.3	27.9	29.5	32.1	32.9	34.9	35.3
8	BKC6 30%	27.1	27.3	28.9	32.6	33.1	33.7	34.8
Rata – Rata 30%		27.2	27.6	29.2	32.4	33.0	34.3	35.1

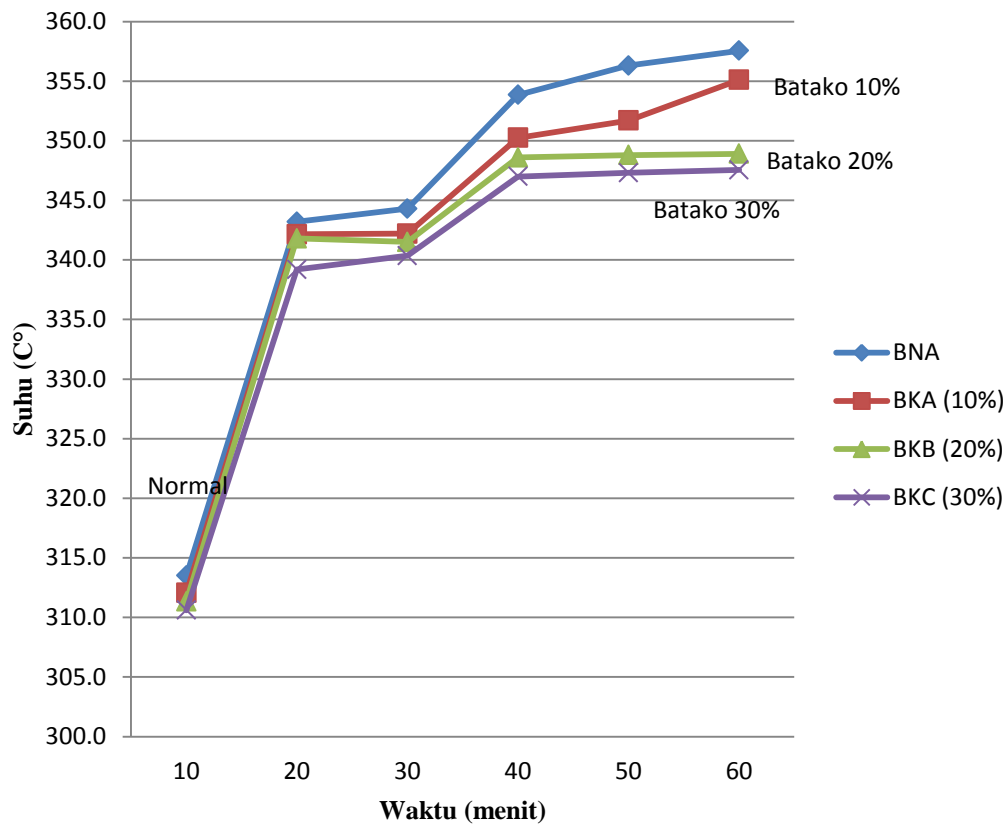
Tabel 4.17 : Hasil pengukuran suhu pada sisi terekspose api (Hasil Pengukuran)

No.	Benda Uji	Suhu Pengukuran (C°) / 10 menit						
		0'	10'	20'	30'	40'	50'	60'
1	BN5	28.4	313.6	343.6	344.4	354.8	356.8	358.7
2	BN6	28.3	313.4	342.8	344.2	352.9	355.8	356.4
	Rata – Rata N	28.4	313.5	343.2	344.3	353.9	356.3	357.6
3	BKA5 10%	28.1	311.6	342.5	342.0	349.9	351.9	355.7
4	BKA6 10%	28.2	312.5	341.8	342.4	350.6	351.5	354.5
	Rata – Rata 10%	28.2	312.1	342.2	342.2	350.3	351.7	355.1
5	BKB5 20%	27.7	311.8	341.5	341.8	348.4	348.7	349.2
6	BKB6 20%	28.1	310.9	342.1	341.2	348.8	348.9	348.6
	Rata – Rata 20%	27.9	311.4	341.8	341.5	348.6	348.8	348.9
7	BKC5 30%	27.3	310.9	339.5	340.1	346.9	347.9	350.3
8	BKC6 30%	27.1	310.3	338.9	340.6	347.1	346.7	344.8
	Rata – Rata 30%	27.2	310.6	339.2	340.4	347.0	347.3	347.6

Berdasarkan Tabel 4.16 dan Tabel 4.17 diperoleh grafik hasil pengujian kuat tekan batako yang dapat dilihat pada Gambar 4.10 sampai Gambar 4.11.



Gambar 4.10: Grafik tingkat ketahanan api rata-rata batako yang tidak tereksposes api



Gambar 4.11: Grafik tingkat ketahanan api rata-rata batako yang tereksposes api

Dari tabel dan grafik diatas menunjukkan bahwa pada batako normal untuk sisi yang tidak terekspose api setiap 10 menit mengalami kenaikan suhu yang secara perlahan dengan suhu pengukuran pada 60 menit dengan nilai rata-rata sebesar 47.6 °C. Sama halnya dengan batako dengan tambahan karet ban bekas dan natrium silikat (Na_2SiO_3) setiap 10 menit suhu secara perlahan mengalami kenaikan baik itu yang 10%, 20% dan 30% dengan, dimana pada 60 menit dengan memiliki nilai rata-rata berurut sebagai berikut yaitu sebesar 45.1°C, 38.9°C, dan 35.1°C.

Untuk batako normal untuk sisi yang terekspose api 10 ke 20 menit mengalami kenaikan suhu yang meningkat tajam, yang mulanya memiliki nilai rata-rata suhu pembakaran sebesar 313.5°C melonjak menjadi 343.2°C dan mengalami kenaikan perlahan di menit berikutnya. Juga sama halnya dengan batako tambahan karet ban bekas dan natrium silikat (Na_2SiO_3) di 10 ke 20 menit

mengalami kenaikan suhu yang meningkat tajam baik itu yang 10%, 20% dan 30% dengan nilai rata-rata suhu berurut 312.1°C menjadi 342.2°C, 311.4°C menjadi 341.8°C, dan 310.6°C menjadi 339.2°C.

Berdasarkan Gambar 4.10 dan 4.11 menunjukkan bahwa suhu kebakaran pada sisi terekspose api dan sisi tidak terekspose api akan meningkat seiring bertambahnya lama waktu pembakaran. Tetapi rata-rata suhu pembakaran pada sisi terekspose dan tidak tereksposenya api akan mengalami penurunan seiring meningkatnya kadar ban bekas dalam batako.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengolahan data dan pembahasan serta diskusi, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai hasil dari penelitian ini. Saran dikemukakan dengan tujuan agar penelitian ini dapat dikembangkan dan dilanjutkan oleh peneliti lainnya.

5.1. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan:

1. Berdasarkan perencanaan campuran batako yang telah dilakukan, maka pengaruh yang diberikan penambahan karet ban bekas sebesar 10%, 20%, 30% dari berat agregat dan natrium silikat (Na_2SiO_3) sebesar 5% dari berat semen pada bahan campuran batako, terhadap modulus elastisitasnya terjadi penurunan dengan nilainya dibandingkan dengan batako normal. Hal ini dimungkinkan karena sifat fisis dari bahan karet itu sendiri yang tidak dapat bercampur dengan natrium silikat (Na_2SiO_3) dan bahan campuran batako lainnya. Sedangkan untuk ketahanan pada api pengaruh yang diberikan yaitu rata-rata suhu pembakaran pada sisi terekspose dan tidak tereksposnya api akan mengalami penurunan seiring meningkatnya kadar ban bekas dalam batako. Hal ini dimungkinkan karena sifat isolator pada ban bekas yang menyebabkan suhu pembakaran pada sisi tidak tereksposes api menjadi lebih rendah seiring bertambahnya kadar ban bekas pada batako.
2. Perbedaan yang terjadi pada batako yang diberikan ban bekas dan Na_2SiO_3 yaitu memiliki nilai modulus elastisitasnya berurut sebesar 64.48 kg/cm^2 , 57.23 kg/cm^2 , dan 29.14 kg/cm^2 lebih kecil dibandingkan batako normal yaitu 68.30 kg/cm^2 .
3. Untuk penambahan karet ban bekas dan Na_2SiO_3 memiliki pengaruh paling besar pada penambahan ban karet sebesar 30% dengan penurunan kuat tekan yang terjadi sebesar 9.29 MPa, modulus elastisitas dengan nilai 29.14 kg/cm^2

dan rata-rata suhu pembakaran pada sisi yang terekspose api dan tidak terekspose api berurut dengan nilai sebesar 347.6°C dan 35.1°C.

5.2. Saran

Hasil penelitian ini diharapkan dapat berguna baik dalam pengembangan keilmuan tentang bahan bangunan khususnya teknologi beton maupun dalam penerapan secara praktis di lapangan. Diharapkan penelitian lanjutan dapat dilakukan oleh para peneliti lainnya, terutama terhadap beberapa permasalahan berikut:

1. Diperlukan adanya penelitian batako dengan substitusi ban karet bekas dan penambahan natrium silikat lebih lanjut terhadap agregat halus pada batako dengan variasi yang berbeda.
2. Disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan tentang pengaruh natrium silikat (Na_2SiO_3) terhadap modulus pada batako dengan berbagai variasi konsentrasi diatas 5%.
3. Selama proses pencampuran batako, sebaiknya jangan terlalu cepat untuk mendapatkan campuran yang benar-benar menyatu/homogen.
4. Diusahakan proses pemadatan setiap sampel dilakukan secara konsisten agar didapatkan pemadatan yang sama di setiap benda uji sehingga didapatkan hasil yang optimal.
5. Alangkah baiknya dilakukan penelitian ditempat yang lebih memadai alat-alatnya untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C 150: *Standard Specification for Portland Cement CFR Section(s)*, 1985.
- ASTM C 188-95 (2003), *Metode uji densitas semen hidraulis*.
- Dedi R. Iman Kurnia, Iskandar, dan Azis. 2019. Studi Variasi Penambahan Serat Karet Ban Bekas Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton Dengan Faktor Air Semen 0,5. *Jurnal Rekatek Universitas Almuslim*, Volume 3 No. 1 Januari 2019.
- Dedyerianto, La Ode Asmin, dan La Isa. 2022. Pengaruh Penambahan Agregat Ban Bekas dan Limbah Botol Kaca Terhadap Karakteristik dan Kuat Tekan Batako. *Jurnal Multidisiplin Madani (MUDIMA)*, Volume 2 No. 3 Maret 2022.
- Dinda purnama kristy, *Analisis Molekular dan Transpor ion Natrium Silikat*, Pendidikan Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Padang, Indonesia, 2018.
- Edeskar, T. 2006. *Use of Tire Shreds in Civil Engineering Applications*, Lulea University of Technology, Swedia.
- Edward, N., Iman S., Latif ,B. S., Suprpto, S., 2015, Rancangan Laboratorium Beton Karet (Rubcret) Sebagai Bahan Interlayer, seminar nasional teknik sipil V tahun 2015 – UMS.
- Erna, Frida, 2012, Penggunaan Anhidrida Maleat-Grafted-Polipropilena (Am-G-Pp) dan Anhidrida Maleat-Grafted-Karet Alam (Am-G-Ka) Pada Termoplastik Elastomer (Tpe) Berbasis Polipropilena, Kompon Karet Alam Sir-20 dan Serbuk Ban Bekas., Master Thesis, Program Studi I ilmu Kimia Kosentrasi Fisika-Kimia pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara.
- Mulyono, T. 2003, *Teknologi Beton*, Andi Offset, Yogyakarta.
- Mulyono, T. 2004, *Teknologi Beton*, Andi Offset, Yogyakarta.
- Nastain, dan Maryoto, A. 2010. Pemanfaatan Potongan Ban Bekas Untuk Campuran Beton Serat Perkerasan Kaku. *Jurnal Dinamika Rekayasa*, Volume 6 No. 1 Februari 2010.
- Nastain dan Maryoto, A. 2018. Tingkat Ketahanan Api Batako Ban Bekas untuk Material Dinding Bangunan. *Jurnal Teknik Sipil, Jurnal Teoretis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*. Volume 25 No. 2 September 2018.
- Nursyamsi, Indrawan, I., & Hastuty, I. P. (2016). Pemanfaatan Serbuk Kaca Sebagai Bahan Tambah Dalam Pembuatan Batako. *Media Teknik Sipil*, 14 (1), 84-95.
- Peraturan *Beton* Indonesia, PBI, 1971
- Persyaratan Umum Bahan Bangunan Indonesia, PUBI, 1982
- P Giannaros, A Kanellopoulos dan Al-Tabbaa, 2016. *Sealing of cracks in cement using microencapsulated sodium silicated*. Department of Engineering, University of Cambridge, IOP Publishing Ltd.

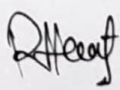
- Rahmat, Rusnardi Putra. 2016. Modulus Elastisitas Batako Dengan Penambahan Material Karet Dari Ban Bekas Untuk Dinding Bangunan Ramah Gempa. *Journal of Civil Engineering & Vocational Education (CIVED)*. Volume 4 No. 2 Mei 2016.
- Ryan Syahputra. 2021. Pengaruh Penambahan Natrium Silikat (Na_2SiO_3) Terhadap Daya Serap Air Dan Kuat Tekan Pada Batako (Uji Laboratorium). Skripsi Universitas Al-Azhar Medan.
- Rochman, M., & Setyo, M. (2019). Potential of Scrap Tires for Useful Material and Product. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM)-ITP.
- SK SNI-T-15-1990-03, Badan Standarisasi Nasional, *Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*
- SK SNI S-04-1998-F,1989, Badan Standarisasi Nasional, *Agregat Halus untuk Bahan Bangunan*.
- SNI 03-2834-2000, Badan Standardisasi Nasional. *Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal*.
- SNI 03-0349-1989, Badan Standarisasi Nasional, *Bata Beton untuk Pasang Dinding*.
- SNI 03-1970-1990, Badan Standarisasi Nasional, *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*.
- SNI 2493, 2011, Badan Standar Nasional Indonesia, *Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium*.
- Teklehaimanot, M., Hailay, H., & Tesfaye, T. (2021). Manufacturing of Ecofriendly Bricks Using Microdust Cotton Waste. *Journal of Engineering*, 1-10.
- Tjokrodinuljo, K. 2007. *Teknologi Beton*, KMTS FT UGM, Yogyakarta.

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : WIDYA PRATIWI
NPM : 2007210213P
JUDUL : PENGARUH PENAMBAHAN MATERIAL BAN BEKAS DAN Na_2SiO_3 TERHADAP MODULUS ELASTISITAS DAN KETAHANAN API PADA BATAKO





NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
	17 Maret 23	<ul style="list-style-type: none"> - Bab I - Perbaiki latar belakang - rumusan masalah pd point 3 dan 4 - tujuan - Pada bab 2 masukkan penelitian terdahulu - Bab 3 perbaiki bagan alir - Perbaiki penulisan 	B
	4 April 23	<ul style="list-style-type: none"> - Buatran gambar bendungaji pada bab 3 	B
	6 April 23	Acc sempro	B

Mengetahui,
Dosen Pembimbing Tugas Akhir


(Rizki Efrida, ST.MT.)

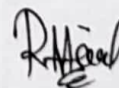
LEMBAR ASISTENSI

NAMA : WIDYA PRATIWI
NPM : 2007210213P
JUDUL : PENGARUH PENAMBAHAN MATERIAL BAN BEKAS DAN Na_2SiO_3 TERHADAP MODULUS ELASTISITAS DAN KETAHANAN API PADA BATAKO

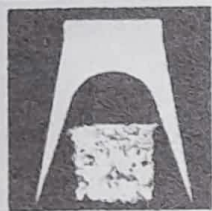
NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
	25 Agustus 23	- Perbaiki perhitungan elastisitas serta bucat tabel	
	29 Agustus 23	- Buat diagram batang tuk perhitungan kuat tekan - lamutkan perhit. elastisitas terhadap ketahanan api pd batako	
	1 September 23	- Perbaiki kesimpulan - bucat abstrak	
	8 September 23	- Acc Sembar	

Mengetahui,

Dosen Pembimbing Tugas Akhir



(Rizki Efrida, ST.MT.)



**LABORATORIUM
BAHAN DAN REKAYASA
BETON**

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA

LAPORAN PENGUJIAN KOKOH TEKAN BETON

No : / LB / / 2023

PEMOHON PENGUJIAN

Widya Pratiwi

Lembar Ke

1

PROYEK

Penelitian UMSU

LOKASI

Jenis Benda Uji

PAVING BLOCK

Teknisi :

1. Syahrul Ramadhan

2.

Jumlah Benda Uji

BEBAN

KOKOH TEKAN

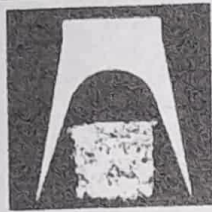
No.	Nomor Benda Uji		UKURAN (CM)			F A S	SLUMP (cm)	BAHAN TAMBAHAN	TANGGAL		UMUR BETON (hari)	BERAT uji (kg)	TEKAN AKTUAL (kN)	KOKOH TEKAN (kg/cm ²)	
			P	L	T				cetak	uji				sewaktu pengujian	estimasi 28 hari
1.	N1	(1)	21	10	10						4,52	460			
2	N2	(2)	1.	1.	1.						4,54	550			
3	N3	(3)	1.	1.	1.						4,58	590			
4	N4	(4)	1.	1.	1.						4,32	560			
1	BFA 1	10% (1)	21	10	10						4,37	420			
2	BFA 2	10% (2)	1.	1.	1.						4,11	350			
3	BFA 3	10% (3)	1.	1.	1.						4,28	410			
4	BFA 4	10% (4)	1.	1.	1.						4,91	450			
1	BFB 1	20% (1)	21	10	10						4,27	420			
2	BFB 2	20% (2)	1.	1.	1.						4,29	400			
3	BFB 3	20% (3)	1.	1.	1.						4,19	470			
4	BFB 4	20% (4)	1.	1.	1.						4,26	360			
1	BFC 1	30% (1)	21	10	10						4,24	140			
2.	BFC 1	30% (2)	21	10	10						4,30	230			

Disaksikan Oleh :

[Signature]

NB : - Keaslian sampel yang telah diuji bukan merupakan tanggung jawab pihak laboratorium.
- Pihak laboratorium tidak bertanggung jawab untuk menyimpan sampel yang telah diuji

1 Agustus 2023
LABORATORIUM BAHAN DAN REKAYASA BETON
FAKULTAS TEKNIK U.S.
LABORATORIUM
BETON
JURUSAN TEKNIK SIPIL



**LABORATORIUM
BAHAN DAN REKAYASA
BETON**

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA

LAPORAN PENGUJIAN KOKOH TEKAN BETON

No : / LB / / 2023

PEMOHON PENGUJIAN

Irdya Pratiwi

Lembar Ke

PROYEK

Penelitian UMSU

LOKASI

Jenis Benda Uji

PAVING BLOCK

Teknisi :

1. Syahrul Ramadhan

2.

Jumlah Benda Uji

BEBAN

KOKOH TEKAN

No.	Nomor Benda Uji	UKURAN (CM)			F A S	SLUMP (cm)	BAHAN TAMBAHAN	TANGGAL		UMUR BETON (hari)	BERAT uji (kg)	TEKAN AKTUAL (kN)	KOKOH TEKAN (kg/cm ²)	
		P	L	T				cetak	uji				sewaktu pengujian	estimasi 28 hari
	BK3 30% (3)	21	10	10										
	BK4 30% (4)	21	10	10										

Disaksikan Oleh :

[Signature]

NB : - Keaslian sampel yang telah diuji bukan merupakan tanggung jawab pihak laboratorium.
- Pihak laboratorium tidak bertanggung jawab untuk menyimpan sampel yang telah diuji

Agustus 2023
FAKULTAS TEKNIK SIPIL
LABORATORIUM BAHAN DAN REKAYASA BETON
LABORATORIUM
B E T O N
JURUSAN TEKNIK SIPIL

LAMPIRAN
DOKUMENTASI PENGUJIAN



Gambar L1 : Peralatan pengujian agregat halus



Gambar L2 : Agregat halus benda uji



Gambar L3 : Ban karet bekas benda uji



Gambar L4 : Natrium Silikat (Na_2SiO_3) benda uji



Gambar L5 : Proses pencampuran material pengujian



Gambar L6 : Proses pencetakan material pengujian



Gambar L7 : Benda uji setelah dicetak



Gambar L8 : Proses perawatan benda uji



Gambar L9 : Proses pengujian dengan mesin compression testing machine



Gambar L10 : Proses pengujian ketahanan batako terhadap api

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



INFORMASI PRIBADI

Nama : Widya Pratiwi
Panggilan : Widya
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 22 Agustus 1997
Jenis Kelamin : Perempuan
Alamat Sekarang : Jl. Jermal Raya Kel. Sei Mati, Medan – Labuhan
HP/Tlpn Seluler : 0895622678080

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 2007210213P
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Peguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Peguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri, No. 3 Medan 20238

PENDIDIKAN FORMAL

Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun Kelulusan
Sekolah Dasar	SDS Muhammadiyah 04	2005 – 2010
Sekolah Menengah Pertama	SMP N 5 Medan	2010 – 2013
Sekolah Menengah Kejuruan	SMK N 2 Medan	2013 – 2015