



TUGAS AKHIR - TF 181801

PENGARUH KOMPOSISI SERAT KARET SEBAGAI AGREGAT KASAR DAN KONSENTRASI NaOH SEBAGAI AGEN PENGIKAT TERHADAP KARAKTERISTIK MEKANIK KOMPOSIT BETON - LIMBAH KARET

NAVIS NASRULLOH
NRP. 0231 1745 000 047

Dosen Pembimbing :
Dyah Sawitri ST, MT

DEPARTEMEN TEKNIK FISIKA
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019



FINAL PROJECT - TF 181801

***EFFECT OF RUBBER FIBER COMPOSITION
AS A RUDE AGGREGATE AND NaOH
CONCENTRATION AS A BINDING AGENT ON
COMPOSITE CONCRETE CHARACTERISTICS
OF CONCRETE - RUBBER WASTE***

NAVIS NASRULLOH
NRP. 0231 1745 000 047

Supervisors :
Dyah Sawitri ST, MT

ENGINEERING PHYSICS DEPARTMENT
Faculty of Industrial Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Navis Nasrulloh
NRP : 02311745000047
Departemen/ Prodi : Teknik Fisika/ S1 Teknik Fisika
Fakultas : Fakultas Teknologi Industri
Perguruan Tinggi : Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh Komposit Serat Karet Sebagai Agregat Kasar dan Konsentrasi NaOH Sebagai Agen Pengikat Terhadap Karakteristik Mekanik Komposit Beton – Limbah Karet” adalah benar karya saya sendiri dan bukan plagiat dari karya orang lain. Apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat pada Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 06 Juli 2019
Yang membuat pernyataan,



Navis Nasrulloh
Navis Nasrulloh
NRP. 02311745000047

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**PENGARUH KOMPOSISI SERAT KARET SEBAGAI
AGREGAT KASAR DAN KONSENTRASI NaOH SEBAGAI
AGEN PENGIKAT TERHADAP KARAKTERISTIK
MEKANIK KOMPOSIT BETON – LIMBAH KARET**

Oleh:

Navis Nasrulloh

NRP. 02311745000047

Surabaya, 29 Juli 2019

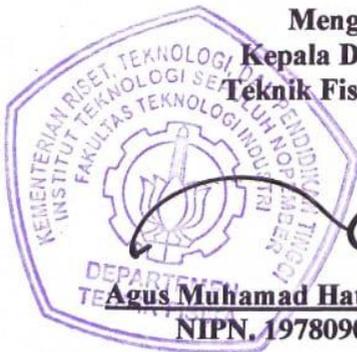
Menyetujui,
Dosen Pembimbing



Dyah Sawitri, S.T., M.T.

NIPN. 19700101 199512 2 001

Mengetahui,
Kepala Departemen
Teknik Fisika FTI-ITS



Agus Muhamad Hatta, S.T., M.Si., Ph.D.

NIPN. 19780902 200312 1 002

**PENGARUH KOMPOSISI SERAT KARET SEBAGAI
AGREGAT KASAR DAN KONSENTRASI NaOH SEBAGAI
AGEN PENGIKAT TERHADAP KARAKTERISTIK
MEKANIK KOMPOSIT BETON – LIMBAH KARET**

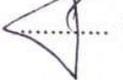
TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu
Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Departemen Teknik Fisika
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

NAVIS NASRULLOH
NRP. 02311745000047

Disetujui Oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Dyah Sawitri, S.T., M.T.  (Pembimbing I)
2. Dr. Ing Doty Dewi Risanti, S.T., M.T.  (Penguji I)
3. Lizda Johar Mawarani, S.T., M.T.  (Penguji II)
4. Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA  (Penguji III)

**SURABAYA
JULI 2019**

PENGARUH KOMPOSISI SERAT KARET SEBAGAI AGREGAT KASAR DAN KONSENTRASI NaOH SEBAGAI AGEN PENGIKAT TERHADAP KARAKTERISTIK MEKANIK KOMPOSIT BETON – LIMBAH KARET

Nama : Navis Nasrulloh
NRP : 02311745000047
Departemen : Teknik Fisika FTI-ITS
Dosen Pembimbing : Dyah Sawitri, S.T., M.T.

Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang penambahan *tire chips* sebagai substitusi agregat kasar dan NaOH sebagai agen pengikat untuk melihat karakteristik beton komposit. Dilakukan variasi penambahan volume *tire chips* sebesar 5%, 10% dan 15% dan penggunaan konsentrasi NaOH sebesar 10%, 20% dan 30%. Penelitian ini menggunakan rancangan campuran beton normal pada benda uji berbentuk silinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 20 cm. Pengujian yang dilakukan adalah uji tekan, uji tarik belah dan densitas beton. Pengujian ini dilakukan pada saat beton berumur 28 hari. Semakin banyak penambahan volume *tire chips* pada beton menurunkan nilai kuat tekan, kuat tarik belah dan modulus elastisitas beton. Nilai tertinggi terjadi pada persentase karet 5% dengan konsentrasi NaOH 10% menghasilkan nilai kuat tekan beton sebesar 8,27 MPa, kuat tarik belah beton 5,17 MPa dan modulus elastisitas 13,46 GPa.

Kata kunci : beton karet, *tire chips*, NaOH

***EFFECT OF RUBBER FIBER COMPOSITION AS A RUDE
AGGREGATE AND NaOH CONCENTRATION AS A
BINDING AGENT ON COMPOSITE CONCRETE
CHARACTERISTICS OF CONCRETE - RUBBER WASTE***

Name : Navis Nasrulloh
NRP : 0231174500047
Departement : Teknik Fisika FTI-ITS
Supervisors : Dyah Sawitri, S.T., M.T.

Abstract

Research on tire chips addition for coarse aggregate substitution and the use of NaOH as binding agent has been carried out. The characteristic of composite concrete was undertaken using compression test and splitting tensile test on cylindrical specimen of 10 cm diameter and 20 cm height after 28 days. Tire chips amounts were varied in the range of 5% to 15%, while the NaOH concentration were also varied between 10% and 30%. As the amount of tire chips volume was increased, the compressive strength, splitting tensile strength and elasticity modulus decreased accordingly. Sample with 5% tire chips combined with 10% NaOH showed the highest compressive strength of 8.27 MPa, splitting tensile strength of 5.17 MPa and elasticity modulus of 13.469 GPa.

Keywords : rubber concrete, tire chips, NaOH

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya serta sholawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“PENGARUH KOMPOSISI SERAT KARET SEBAGAI AGREGAT KASAR DAN KONSENTRASI NaOH SEBAGAI AGEN PENGIKAT TERHADAP KARAKTERISTIK MEKANIK KOMPOSIT BETON – LIMBAH KARET”**. Tugas akhir ini membahas mengenai pengaruh penambahan karet ban bekas sebagai agregat kasar pada beton normal dan pengaruh konsentrasi NaOH sebagai agen pengikat terhadap sifat mekanik beton.

Penulis telah memperoleh bantuan dari berbagai pihak dalam penyelesaian tugas akhir ini, oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Bapak Zainal Mursyidin dan Ibu Dwi Handayani serta adik Farah Aghniya ‘Ilmi dan seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, motivasi dan do’a.
2. Bapak Agus Muhammad Hatta, S.T. M.Si, Ph.D. selaku Ketua Departemen Teknik Fisika FTI ITS.
3. Ibu Dyah Sawitri S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, motivasi dan saran dalam penyelesaian tugas akhir.
4. Ibu Dr.Ing. Doty Dewi, S.T., M.T., Ph.D. selaku Kepala Laboratorium Rekayasa Bahan Teknik Fisika FTI ITS.
5. Bapak dan Ibu dosen yang telah memberikan ilmu dan bimbingannya selama penulis menuntut ilmu di Departemen Teknik Fisika FTI ITS.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan tugas akhir ini tidak sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca. Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat dan ilmu bagi banyak orang.

Surabaya, 28 Mei 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	iii
LEMBAR PENGESAHAN I	v
LEMBAR PENGESAHAN II	vii
Abstrak	ixx
<i>Abstract</i>	xi
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR TABEL	xixx
DAFTAR SIMBOL	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Beton	5
2.2 Material Penyusun Beton	6
2.3 Komposit	10
2.4 Pengujian Beton	12
2.5 Properti Mekanis Material	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1 Tahapan Penelitian	17
3.2 Persiapan Material	18
3.3 Pengujian Material	21
3.4 Mix Desain Beton	27
3.5 Proses Pembuatan Benda Uji	27
3.6 Curing benda uji	29
3.7 Pengujian Beton	30
3.8 Analisis Data	31
3.9 Penarikan Kesimpulan	31
BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Hasil Pengujian Agregat	33

4.2	Mix Desain Beton	36
4.3	Hasil Pengujian Beton	37
BAB V PENUTUP		50
5.1	Kesimpulan	51
5.2	Saran	51
DAFTAR PUSTAKA		53
LAMPIRAN		48
BIODATA PENULIS		65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Klasifikasi komposit berdasarkan penguat	10
Gambar 2.2	Set Up pengujian Kuat Tekan	13
Gambar 2.3	Set Up pengujian Kuat Tarik Belah	14
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian	17
Gambar 3.2	Semen Tiga Roda	18
Gambar 3.3	Agregat kasar dan agregat halus	19
Gambar 3.4	Tire Chips	19
Gambar 3.5	Sodium hidroksida (NaOH)	20
Gambar 3.6	Perendaman tire chips dengan larutan NaOH	21
Gambar 3.7	Diagram Alir mix desain komposit beton limbah karet	27
Gambar 3.8	Curing benda uji	29
Gambar 3.9	Uji Kuat Tekan Beton	30
Gambar 3.10	Uji Tarik belah beton	31
Gambar 4.1	Pengujian kebersihan pasir terhadap bahan organik	34
Gambar 4.2	Fotografi mikroskopi permukaan <i>tire chips</i> dengan perbesaran 100 μm	37
Gambar 4.3	Pengaruh persentase tire chips pada densitas beton	39
Gambar 4.4	Pengaruh persentase Tire chips terhadap kuat tekan beton	41
Gambar 4.5	Grafik pengaruh persentase karet terhadap modulus elastisitas beton	44
Gambar 4.6	Pengaruh penambahan persentase karet terhadap kuat tarik belah beton	46

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Persentase lolos agregat pada ayakan	8
Tabel 2.2 Gradasi Standart Agregat Kasar Alam Berdasarkan ASTM C 33-78	9
Tabel 2.3 Sifat Fisika dan Kimia NaOH	12
Tabel 3.1 Matrix Pengujian	29
Tabel 4.1 Berat jenis Pasir	33
Tabel 4.2 Air resapan pasir	34
Tabel 4.3 Kebersihan pasir terhadap lumpur	35
Tabel 4.4 Berat Jenis Batu Pecah	35
Tabel 4.5 Air Resapan pada Batu Pecah	36
Tabel 4.6 Kebersihan batu pecah terhadap lumpur	36
Tabel 4.7 Komposisi Kebutuhan Bahan Campuran Beton untuk	37
Tabel 4.8 Hasil pengujian densitas beton	38
Tabel 4.9 Hasil Uji Tekan Beton Normal	40
Tabel 4.10 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Karet NaOH 10%	40
Tabel 4.11 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Karet NaOH 20%	40
Tabel 4.12 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Karet NaOH 30%	41
Tabel 4.13 Hubungan Kuat Tekan Beton Terhadap Variasi Tire Chips	42
Tabel 4.14 Hasil perhitungan modulus elastisitas beton	43
Tabel 4.15 Hasil pengujian kuat tarik belah beton	45

DAFTAR SIMBOL

F'_c	Kuat tekan (MPa)
P	Beban maksimum (N)
A	Luas bidang tekan (mm ²)
F_{ct}	Kuat Tarik belah beton (MPa)
L	Panjang specimen (mm)
D	Diameter specimen (mm)
E_C	Modulus Elastisitas beton (MPa)
W_C	Berat satuan beton (kg/m ³)
ρ	Massa Jenis Beton (kg/m ³)
m	Massa Beton (Kg)
v	Volume Beton (m ³)

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam dunia konstruksi, beton berperan penting sebagai material utama yang digunakan. Hal ini dikarenakan beton memiliki keunggulan dalam pengerjaan, kuat tekan tinggi dan memiliki nilai ekonomis dalam pembuatan dan perawatannya. Namun beton memiliki Sifat getas yang menyebabkan beton akan mudah retak, sehingga perlu bahan substitusi material beton yang baik dalam agregat halus, agregat kasar maupun semen dengan bahan material lain. Penggunaan metode substitusi material beton ini dapat menggunakan limbah padat.

Limbah padat adalah hasil buangan berupa padatan, lumpur ataupun bubur yang berasal dari proses pengolahan. Limbah padat dapat berasal dari kegiatan industri dan juga domestik. Limbah domestik umumnya berbentuk limbah padat rumah tangga, limbah padat kegiatan perdagangan, perkantoran, peternakan, pertanian dan juga yang berasal dari tempat-tempat umum. Contoh jenis limbah padat diantaranya limbah kertas, kain, kayu, dan karet ban kendaraan.

Limbah ban kendaraan ini dapat digunakan sebagai substitusi material beton sebagai agregat kasar (*tire chips*) maupun halus (*crumb rubber*). Penggunaan ban karet sebagai substitusi material dapat memberikan sifat kelenturan pada beton dan mencegah keretakan beton. Penggunaan ban karet dalam beton memerlukan cairan kimia yang dapat menjadi penghubung antar ban karet sebagai material substitusi dan semen sebagai pengikat. Penggunaan NaOH adalah metode paling umum untuk meningkatkan ikatan antara karet dan pasta semen. (Youssf, Elgawady, 2013). Peran NaOH sebagai pengikat berperan penting dalam pembuatan beton dengan campuran ban karet untuk mendapatkan sifat kelenturan dalam beton. Beton dengan campuran ban karet tanpa perlakuan NaOH akan menyebabkan beton mudah retak dibandingkan dengan beton biasa. Hal ini disebabkan karena ban karet dan semen tidak dapat terikat satu

sama lain sehingga menyebabkan rongga udara dalam beton. Penggunaan NaOH menjadi sangat penting dalam pembuatan beton *tire chips*, oleh sebab itu dilakukan penelitian mengenai pengaruh konsentrasi NaOH terhadap sifat kelenturan beton karet.

Dalam tugas akhir ini akan dilakukan pembuatan beton *tire chips* sebagai pengganti agregat kasar dan dilakukan variasi persentase volume *tire chips* sebesar 5%, 10% dan 15%. Kemudian dilakukan perendaman *tire chips* dalam NaOH dengan variasi konsentrasi NaOH sebesar 10%, 20% dan 30%.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana pengaruh variasi volume *tire chips* (5%, 10% dan 15%) terhadap sifat mekanik beton karet ?
- b. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi NaOH (10%, 20% dan 30%) terhadap sifat mekanik beton karet ?

1.3 Tujuan

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah, maka tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengetahui pengaruh variasi volume *tire chips* (5%, 10% dan 15%) terhadap sifat mekanik beton karet.
- b. Mengetahui pengaruh variasi konsentrasi NaOH (10%, 20% dan 30%) terhadap sifat mekanik beton karet.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Perhitungan *mix desain* berdasarkan SNI 03-2834-2000 (Tata Cara Pembuatan Campuran Beton Normal).
- b. Variasi perbandingan volume *tire chips* terhadap volume agregat kasar yaitu (5%,10% dan 15%).
- c. Pengujian kuat tekan, kuat tarik belah dan densitas beton dilakukan pada beton berumur 28 hari.

- d. Serat limbah ban karet (*tire chips*) yang digunakan berbentuk balok yang lolos saringan 200 mm.
- e. Larutan NaOH yang digunakan memiliki konsentrasi 10%,20% dan 30%.
- f. NaOH yang digunakan adalah NaOH jenis kaustik.
- g. PH yang digunakan dalam penelitian ini adalah 13
- h. Standar pengujian pada penelitian ini mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI).
- i. Penelitian dilakukan dengan percobaan di Laboratorium dan tidak dilakukan uji lapangan.
- j. Limbah ban karet yang digunakan adalah limbah ban karet mobil Avanza merk *Bridgestone*.

“Halaman ini memang dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Berdasarkan pasal 3.12 SNI 03 – 2847 (2002), beton merupakan bahan yang didapatkan dengan mencampur semen Portland atau semen hidrolik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat. Menurut SNI 03 – 2847 (2002) beberapa macam beton adalah sebagai berikut :

- a. **Beton Bertulang** : beton yang ditulangi dengan luas dan jumlah tulangan yang tidak kurang dari nilai minimum yang disyaratkan dengan atau tanpa prategang, dan direncanakan berdasarkan asumsi bahwa kedua material bekerja bersama – sama dalam menahan gaya yang berkerja.
- b. **Beton Normal** : beton yang mempunyai berat satuan 2200 kg/m³ sampai 2500 kg/m³ dan dibuat dengan menggunakan agregat alam yang dipecah atau tanpa dipecah.
- c. **Beton Polos** : beton tanpa tulangan atau mempunyai tulangan tetapi kurang dari ketentuan minimum.
- d. **Beton Pracetak** : elemen atau komponen beton tanpa atau dengan tulangan yang dicetak terlebih dahulu sebelum dirakit menjadi bangunan.
- e. **Beton Prategang** : beton bertulang yang telah diberi tegangan tekan dalam untuk mengurangi tegangan tarik potensial dalam beton akibat beban kerja.
- f. **Beton Ringan** : beton yang mengandung agregat ringan dan mempunyai berat satuan tidak lebih dari 1900 kg/m³.
- g. **Beton Ringan Pasir** : beton ringan yang semua agregat halusya merupakan pasir berat normal.
- h. **Beton Ringan Total** : beton ringan yang agregat halusya bukan merupakan pasir alami.

Dalam penelitian ini menggunakan beton normal yang memiliki berat volume $\pm 2400 \text{ kg/m}^3$ dan termasuk dalam beton mutu moderat dengan kuat tekan 20 MPa – 40 MPa

2.2 Material Penyusun Beton

2.2.1 Semen

Semen adalah bahan campuran perekat hidraulik yang dihasilkan dengan menghaluskan klinker yang terdiri dari bahan utama silikat-silikat kalsium dan bahan tambahan batu gypsum dimana senyawa-senyawa tersebut dapat bereaksi dengan air dan membentuk zat baru bersifat perekat pada bebatuan.

Semen dapat dibedakan menjadi dua kelompok, (Mulyono, 2004) yaitu :

1) Semen non – hidrolis

Semen non-hidrolis tidak dapat mengikat dan mengeras dalam air, akan tetapi dapat mengeras di udara. Contoh utama adalah kapur

2) Semen Hidrolis

Semen Hidrolis mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras didalam air. Contoh :

- a) Kapur hidrolis, sebagian besar (65%-75%) bahan kapur hidrolis terbuat dari batu gamping, yaitu kalsium karbonat beserta bahan pengikatnya berupa silika, magnesia, dan oksida besi.
- b) Semen pozollan, sejenis bahan yang mengandung silisium atau aluminium, yang tidak mempunyai sifat penyemenan. Butirannya halus dan dapat bereaksi dengan kalsium hidroksida pada suhu ruang serta membentuk senyawa-senyawa yang mempunyai sifat-sifat semen.
- c) Semen terak, semen hidrolis yang sebagian besar terdiri dari suatu campuran seragam serta kuat dari terak tanur kapur tinggi dan kapur tohor. Sekitar 60% beratnya berasal terak tanur tinggi. Campuran ini biasanya tidak dibakar.

- d) Semen alam, dihasilkan melalui pembakaran batu kapur yang mengandung lempung pada suhu lebih rendah dari suhu pengerasan. Hasil pembakaran kemudian digiling menjadi serbuk halus. Semen alam dibedakan menjadi dua jenis yaitu semen alam yang digunakan bersama-sama dengan *portland cement* dalam suatu konstruksi dan semen alam yang telah dibubuhi bahan pembantu, yaitu udara yang fungsinya sama dengan jenis pertama
- e) Semen portland, bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pekerjaan beton. Semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan menggiling *klinker* yang terdiri dari kalsium silikat hidrolis, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya.
- f) Semen portland pozollan, campuran semen portland dan bahan-bahan yang bersifat pozollan seperti terak tanur tinggi dan hasil residu.
- g) Semen putih, semen portland yang kadar oksida besinya rendah, kurang dari 0,5 %.
- h) Semen alumina, dihasilkan melalui pembakaran batu kapur dan bauksit yang telah digiling halus pada temperature 1600°C. Hasil pembakaran tersebut berbentuk klinker dan selanjutnya dihaluskan hingga menyerupai bubuk. Jadilah semen alumina yang berwarna abu-abu.

2.2.2 Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat ini menempati sebanyak 60% - 80% dari volume mortar atau beton, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembautan mortar atau beton. Berdasarkan ukuran besar butirnya, agregat yang dipakai dalam adukan beton dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu agregat halus dan agregat kasar.

A. Agregat Halus

Agregat halus dapat berupa pasir alam, pasir hasil olahan atau gabungan dari kedua pasir tersebut. Sesuai dengan SNI 03 – 2847 – 2002, bahwa agregat halus merupakan agregat yang mempunyai ukuran butir maksimum sebesar 5,00 mm. Adapun syarat-syarat agregat halus (pasir) untuk campuran beton adalah sebagai berikut:

- Memiliki kadar lumpur yang rendah
- Bebas dari zat organik yang merugikan beton.
- Susunan besar butir

Agregat halus harus memiliki susunan besar butir dalam batas-batas berikut :

Tabel 2. 1 Persentase lolos agregat pada ayakan
(Sumber : SNI 03 – 2847 – 2002)

Ukuran Lubang ayakan (mm)	Persen lolos kumulatif (%)
9,60	100
4,80	95 - 100
2,40	80 – 100
1,20	50 – 85
0,60	25 – 60
0,30	10 – 30
0,15	2 - 10

B. Agregat Kasar

Agregat kasar dapat berupa kerikil, pecahan kerikil, batu pecah, terak tanur tiup atau beton semen hidrolis yang dipecah. Agregat kasar (kerikil/batu pecah) yang akan dipakai untuk membuat campuran beton harus memenuhi persyaratan-persyaratan sebagai berikut :

- Kerikil atau batu pecah harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori serta mempunyai sifat kekal (tidak

pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca seperti terik matahari atau hujan). Agregat yang mengandung butir-butir pipih hanya dapat dipakai apabila jumlah butir-butir pipih tersebut tidak melebihi 20% dari berat agregat seluruhnya.

- Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% (terhadap berat kering) dan apabila mengandung lebih dari 1%, agregat kasar tersebut harus dicuci.

Agregat Kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat alam berupa batu pecah. Batasan gradasi agregat kasar yang baik menurut ASTM C 33-78 dapat dilihat pada tabel 2.2. berikut :

Tabel 2. 2 Gradasi Standart Agregat Kasar Alam Berdasarkan ASTM C 33-78 (Sumber : ASTM C 33-78)

Diameter Ayakan	Persentase Lolos (%)
25,4 mm (1")	100
19,0 mm (3/4")	95-100
9,50 mm (3/8")	20-55
4,75 mm (No. 4)	0-10
2,36 mm (No. 8)	0-5

2.2.3 Air

Air dalam membuat beton adalah untuk memicu proses kimiawi dari semen, membasahi agregat dan memberikan pekerjaan yang mudah dalam pekerjaan beton. Dalam hal pekerjaan beton, senyawa yang terkandung dalam air akan mempengaruhi kualitas beton untuk itu diperlukan standar yang baik untuk kualitas air. Selain itu air dan semen akan terjadi reaksi kimia maka diperlukan perbandingan/faktor air semen yang baik akan menghasilkan kualitas beton yang baik. (Mulyono,2004)

2.3 Komposit

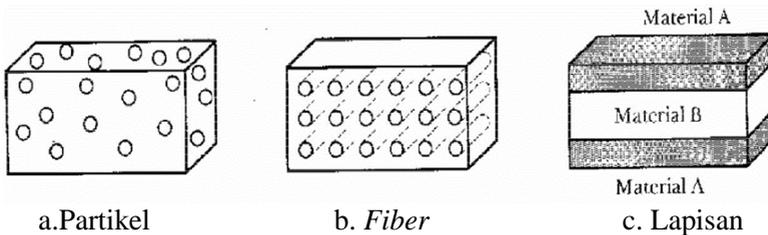
Komposit adalah bahan baru yang terdiri dari dua atau lebih material (keramik, polimer logam) yang memiliki sifat kimia maupun sifat fisika yang berbeda. Komposit terdiri dari matrik (penyusun dengan fraksi volume terbesar), penguat (penahan beban utama) dan interphase (pelekat antara dua penyusun). Komposit dapat diklasifikasikan berdasarkan matrik dan bahan penguat sebagai berikut:

Berdasarkan matrik, komposit dapat diklasifikasikan kedalam tiga kelompok besar yaitu: (Callister, 1998)

- a) Komposit matrik polimer (KMP), polimer sebagai matrik
- b) Komposit matrik logam (KML), logam sebagai matrik
- c) Komposit matrik keramik (KMK), keramik sebagai matrik

Berdasarkan bahan penguat, komposit dapat diklasifikasikan sebagai berikut : (Callister, 1998)

- a) *Particulate composite*, penguat berbentuk partikel
- b) *Fibre composite*, penguat berbentuk serat
- c) *Structural composite*, penguat terdiri dari penggabungan material komposit



Gambar 2. 1 Klasifikasi komposit berdasarkan penguat

2.3.1 Limbah Ban Karet

Pemanfaatan penggunaan limbah ban karet dapat mengurangi jumlah limbah karet yang terbuang ke lingkungan. Terdapat dua jenis limbah ban karet yang sering digunakan dan pada penggunaan untuk campuran beton yaitu *tire chips* dan *crumb rubber*:

- a. *Tire Chips*
Tire Chips berfungsi sebagai pengganti agregat kasar. Untuk mendapatkan jenis limbah karet ini, diperlukan pemotongan ban karet bekas dalam dua kali proses yang kesemuanya itu dilakukan dengan bantuan mesin pemotong. Pada proses pemotongan pertama didapatkan ukuran karet tersebut 300 - 430 mm. Pada proses yang kedua ukurannya mengecil menjadi 100 -150 mm. Lalu dilakukan proses pamarutan atau pemotongan dengan mesin pemotong sehingga didapatkan ukuran *tire chips* berkisar antara 13 - 76 mm.
- b. *Crumb Rubber*
Crumb Rubber berfungsi sebagai pengganti agregat halus. Dimana ukuran partikel *crumb rubber* berkisar antara 4,75 mm sampai kurang dari 0,075 mm. *Crumb rubber* diproses menggunakan mesin khusus dimana karet ban yang masih berukuran besar diubah menjadi potongan-potongan kecil.

2.3.2 Agen Pengikat NaOH

Natrium hidroksida (NaOH) adalah basa yang paling umum digunakan dalam laboratorium kimia. Natrium hidroksida (NaOH) berbentuk putih padat dan tersedia dalam bentuk pelet, serpihan, butiran maupun larutan jenuh 50%. Bersifat lembab cair dan secara spontan menyerap karbondioksida dari udara bebas permukaan serat (Jumhan Munif, 2016).

Tabel 2. 3 Sifat Fisika dan Kimia NaOH
(Sumber : Fitriyani A.L2014:12)

Karakteristik	Nilai
Massa molar	40 g/mol
Wujud	Zat padat putih
Specific gravity	2,130
Titik leleh	318,4 C (519 K)
Titik didih	1390 C (1663 K)
Kelarutan dalam Air	Sangat Larut
Kebasaan (pKb)	~2,43

Menurut (Iman, 2014) penerapan alkali natrium hidroksida (NaOH) adalah bertujuan untuk meningkatkan ikatan karet dan pasta semen. Partikel karet terdiri dari komponen organik seperti *isoprene*, *styrene butadiene* dan senyawa silika tambahan sebagai agen. Silika digunakan sebagai filler dalam pembuatan produk karet ban kendaraan yang dimaksudkan untuk meningkatkan kinerja *wet traction*, dan *wear resistance* serta mengurangi dampak rolling resistance permukaan ban (Siswanto, 2012). NaOH akan berinteraksi dengan permukaan karet dan bereaksi dengan *isoprene*, *stirena butadiene* dan komponen organik lainnya dari ban. Silika dalam agregat karet akan bereaksi dengan larutan alkali (NaOH) untuk membentuk reaksi alkali – silika (ASR). Reaksi alkali – silika ini membuat permukaan kasar pada agregat karet dan menyebabkan karakteristik ikatan yang baik antara karet dan pasta (Iman, 2014).

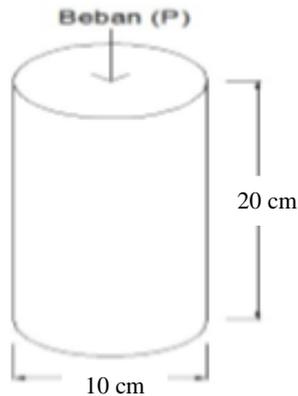
2.4 Pengujian Beton

Untuk mengetahui sifat dan kemampuan suatu material maka perlu dilakukan pengujian dan analisis. Jenis pengujian dan analisis yang dibahas untuk keperluan penelitian ini yaitu:

2.4.1 Kuat Tekan

Kuat tekan yaitu tegangan tekan maksimum yang didapatkan melalui pengujian dalam tata cara standar, menggunakan mesin uji CTM (*Compression Testing Machine*) yang memberikan beban

bertahap dengan kecepatan peningkatan beban tertentu pada benda uji silinder sampai hancur. Jenis campuran beton akan mempengaruhi kuat tekan beton.



Gambar 2. 2 Set Up pengujian Kuat Tekan

Kuat tekan beton dapat dihitung menggunakan persamaan (2.1) berikut:

$$f'c = \frac{P}{A} \quad (2.1)$$

Keterangan :

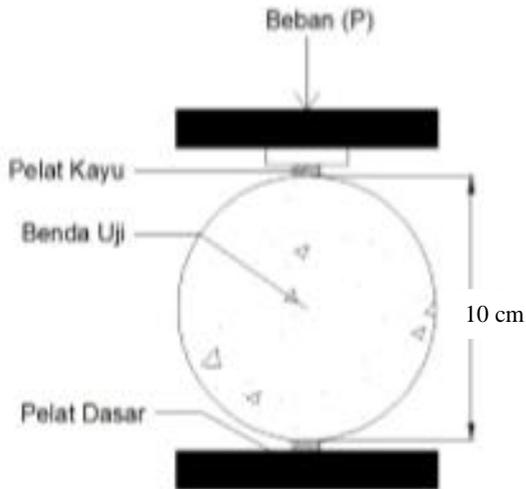
F'c = Kuat tekan (MPa)

P = Beban maksimum (N)

A = Luas bidang tekan (mm²)

2.4.2 Kuat Tarik Belah

Kuat tarik belah beton benda uji silinder beton ialah nilai kuat tarik tidak langsung dari benda uji beton berbentuk silinder yang diperoleh dari hasil pembebanan benda uji tersebut yang diletakkan mendatar sejajar dengan permukaan meja penekan mesin uji. Kuat tarik belah beton diperoleh melalui metode pengujian kuat tarik belah dengan menggunakan alat *Compression Testing Machine* (CTM).



Gambar 2.3 Set Up pengujian Kuat Tarik Belah

Nilai kuat tarik belah beton dapat dihitung menggunakan persamaan (2.2) berikut :

$$f_{ct} = \frac{2P}{LD} \quad (2.2)$$

Keterangan :

f_{ct} = kuat Tarik belah beton (MPa)

P = beban maksimum (N)

L = panjang specimen (mm)

D = diameter specimen (mm)

2.5 Properti Mekanis Material

a. Modulus Elastisitas

Perhitungan modulus elastisitas dilakukan pada benda berumur 28 hari, specimen berbentuk silinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 20 cm. Modulus elastisitas dihitung untuk menentukan besarnya perbandingan tegangan pada satu

satuan regangan. Menurut SNI 03-2847-2013, Modulus Elastisitas dapat dihitung dengan persamaan (2.3) :

$$E_c = W_c^{1.5} 0.043 \sqrt{f'_c} \quad (2.3)$$

Keterangan :

E_c = Modulus Elastisitas beton (MPa)
 W_c = Berat satuan beton (kg/m³)
 f'_c = Kuat Tekan (MPa)

b. Massa Jenis Beton

Massa Jenis beton dilakukan pada saat beton berumur 28 hari. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui jenis beton termasuk beton normal atau beton ringan. Massa jenis beton dapat dihitung menggunakan persamaan (2.4) :

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (2.4)$$

Keterangan :

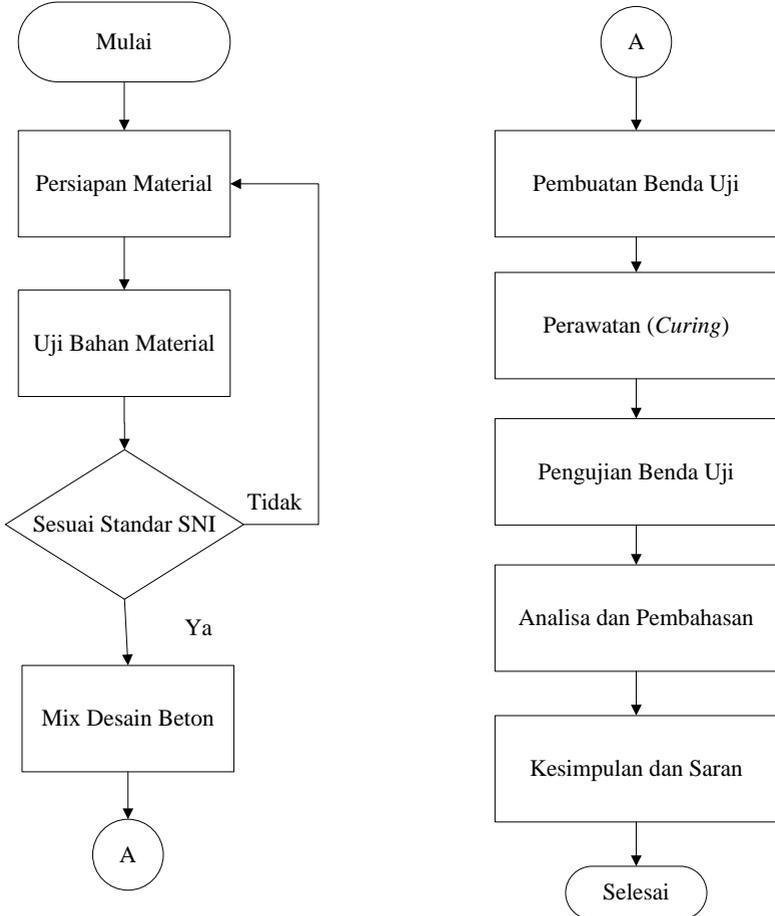
ρ = Massa Jenis Beton (kg/m³)
 m = Massa Beton (kg)
 v = Volume Beton (m³)

“Halaman ini memang dikosongkan”

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dalam tugas akhir ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.2 Persiapan Material

Pada tahap penelitian ini dilakukan uji kualitas material yang akan digunakan dengan mengacu pada standar SNI. Adapun material yang digunakan dalam penelitian ini adalah

- a. Semen
- b. Agregat halus (pasir)
- c. Agregat kasar (kerikil)
- d. *Tire chips* (karet ban bekas)
- e. Natrium Hidroksida (NaOH)
- f. Air

3.2.1 Semen

Dalam penelitian menggunakan semen tiga roda yang diproduksi oleh PT. Indocement Tunggal Prakarsa Tbk. Indocement. Semen ini termasuk semen tipe I, *ordinary Portland cemen* (OPC)



Gambar 3. 2 Semen Tiga Roda

3.2.2 Agregat

Pada penelitian ini menggunakan agregat kasar dari pecahan batu alam dan agregat halus menggunakan pasir alam dari lumajang.



a. Batu Alam

b. Pasir lumajang

Gambar 3. 3 Agregat kasar dan agregat halus

3.2.3 *Tire Chips*

Pada penelitian ini menggunakan bahan campuran berupa karet ban bekas mobil Avansa merk Bridgeston berbentuk *tire chips*. *Tire chips* direndam menggunakan NaOH dengan variasi konsentrasi 10%, 20% dan 30%.

**Gambar 3. 4** *Tire Chips*

3.2.3.1 Perendaman *tire chips* dengan NaOH

Sodium hidroksida (NaOH) yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk Kristal (*flake*) dengan kadar kemurnian 98%. NaOH dilarutkan dalam air dengan konsentrasi NaOH sebesar 10%, 20% dan 30%. Perendaman *tire chips* dalam larutan NaOH dilakukan selama 60 menit.



Gambar 3. 5 Natrium hidroksida (NaOH)

Pembuatan Larutan NaOH

Massa *tire chips* yang direndam = 2,1 kg

$$\frac{\text{Massa } \textit{tire chips}}{\text{volume larutan NaOH}} = \frac{1}{5}$$

$$\text{Volume larutan NaOH} = 5 \times 2,1 = 10,5 \text{ L}$$

- Larutan NaOH konsentrasi 10%

$$\text{Kadar X} = \frac{\text{massa NaOH}}{\text{massa air} + \text{massa NaOH}} \times 100\%$$

$$10\% = \frac{\text{massa NaOH}}{10,5} \times 100\%$$

$$\text{massa NaOH} = 1,05 \text{ Kg}$$

$$\text{Volume air} = 10,5 - 1,05 = 9,45 \text{ L}$$

- Larutan NaOH konsentrasi 20%

$$\text{Kadar X} = \frac{\text{massa NaOH}}{\text{massa air} + \text{massa NaOH}} \times 100\%$$

$$20\% = \frac{\text{massa NaOH}}{10,5} \times 100\%$$

massa NaOH = 2,1 Kg

Volume air = 10,5 – 2,1 = 8,4 L

- Larutan NaOH konsentrasi 30%

$$\text{Kadar X} = \frac{\text{massa NaOH}}{\text{massa air} + \text{massa NaOH}} \times 100\%$$

$$30\% = \frac{\text{massa NaOH}}{10,5} \times 100\%$$

massa NaOH = 3,15 Kg

Volume air = 10,5 – 3,15 = 7,35 L



a. NaOH 10%

b. NaOH 20%

c. NaOH 30%

Gambar 3. 6 Perendaman tire chips dengan larutan NaOH

3.3 Pengujian Material

Pengujian material dilakukan pada agregat kasar dan halus untuk mengetahui apakah material tersebut sesuai dengan standar SNI yang telah berlaku.

3.3.1 Agregat Halus

1. Percobaan Berat Jenis Pasir (SNI 03-4804-1998)

- Tujuan

Untuk mengetahui berat jenis pasir yang digunakan dalam penelitian

- Peralatan
 1. Timbangan Digital
 2. Piknometer kapasitas 500 mL
 3. Oven
 4. Saringan No. 4 (4,75 mm)
- Bahan
500 gram pasir yang sudah di oven selama 2 jam pada suhu $\pm 110\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan lolos saringan no 4 (4,75 mm)
- Prosuder pelaksanaa percobaan
 1. Pasir yang telah dioven didinginkan pada suhu ruang
 2. Pasir di rendam selama 24 jam selanjutnya diangkat dan ditiriskan hingga air hilang
 3. Pasir dikeringkan dengan kerucut terpancung hingga mencapai keadaan kering permukaan.
 4. Pasir 500 gram dalam keadaan kering permukaan di masukkan dalam piknometer dan ditambahkan air hingga penuh
 5. Menimbang piknometer berisi air dan pasir
 6. Mengeluarkan pasir dari piknometer, kemudian dikeringkan di oven dengan suhu $\pm 110\text{ }^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap
 7. Pasir ditimbang dalam kondisi suhu ruang.
- Rumus yang digunakan untuk mendapatkan berat jenis pasir dapat dilihat pada persamaa (3.1) berikut :

$$\text{Berat jenis pasir} = \left[\frac{500}{(W+500-W_1)} \right] \quad (3.1)$$

Keterangan :

W_1 = berat piknometer+ pasir + air (gram)

W = berat piknometer+ air (gram)

2. Percobaan Air Resapan Pada Pasir (SNI 03-4804-1998)

- Tujuan
Untuk mengetahui kadar air esapan pada pasir

- Peralatan
 1. Timbangan
 2. Oven
 3. Pan
- Bahan
Pasir yang telah dikeringkan (kering permukaan)
- Prosedur pelaksanaan percobaan
 1. Pasir ditimbang sebanyak 500 gram
 2. Pasir dipanaskan dalam oven pada suhu $\pm 100^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam
 3. Pasir ditimbang dalam keadaan dingin
- Rumus yang digunakan untuk mengetahui air resapan pada pasir dapat dilihat pada persamaan (3.2) berikut :

$$\text{Air Resapan} = \frac{500 - W_1}{W_1} \times 100\% \quad (3.2)$$

Keterangan :

W_1 = berat pasir oven (gram)

3. Percobaan Tes Kebersihan Pasir Terhadap Bahan Organik (SNI 03-2816-2014)

- Tujuan
Menentukan kadar zat organik pada pasir
- Peralatan
 1. Gelas Ukur
 2. Penggaris
- Bahan
 1. Pasir
 2. NaOH
- Prosedur pelaksanaan percobaan
 1. Masukkan pasir dalam gelas ukur hingga ± 120 mL
 2. Menambahkan larutan NaOH konsentrasi 3 % hingga 240 mL

3. Gelas ukur dikocok selama ± 10 menit hingga pasir dan air tercampur
4. Diamkan selama 24 jam
5. Melakukan pengamatan cairan pada permukaan pasir. Jika cairan berwarna coklat maka kandungan zat organik dalam agregat tinggi

4. Percobaan Kebersihan Pasir Terhadap Lumpur (Pengendapan) ((SNI 03-414-1996)

- Tujuan
Untuk menentukan kadar lumpur dalam pasir
- Peralatan
 1. Gelas Ukur
 2. Penggaris
- Bahan
 1. Pasir
 2. Air
- Prosedur pelaksanaan percobaan
 1. Gelas ukur diisi dengan pasir dengan tinggi ± 6 cm
 2. Air ditambahkan dalam gelas ukur dan ditutup rapat kemudian kocok
 3. Diamkan selama 24 jam
 4. Tinggi pasir dan endapan lumpur diukur menggunakan penggaris
- Rumus yang digunakan menentukan kebersihan pasir dari lumpur dapat dilihat pada persamaan (3.3) berikut :

$$\text{Kebersihan Pasir} = \frac{h}{H} \times 100\% \quad (3.3)$$

Keterangan :

H = tinggi pasir (cm)

h = tinggi lumpur (mm)

3.3.2 Agregat Kasar

A. Percobaan Berat Jenis Batu Pecah (SNI 03-1968-1990)

- Tujuan

- Untuk mengetahui berat jenis batu pecah agregat kasar
- Peralatan
 1. Timbangan
 2. Kain Lap
 3. Keranjang besi
 - Bahan
 1. Batu pecah
 - Prosedur percobaan
 1. Batu pecah ditimbang sebanyak 2500 gram
 2. Batu pecah direndam dalam air selama 24 jam
 3. Batu Pecah dikeringkan satu persatu menggunakan kain
 4. Batu dimasukkan dalam keranjang besi
 5. Keranjang besi yang telah terisi batu kerikil dimasukkan dalam wadah berisi air (berada diatas timbangan)
 6. Menimbang berat batu dalam air
 - Rumus yang digunakan untuk menentukan berat jenis batu dapat dilihat pada persamaan (3.4) berikut :

$$\text{Berat jenis batu pecah} = \frac{W_1}{(W_1 - W_2)} \times 100\% \quad (3.4)$$

Keterangan :

W_1 = berat batu pecah diudara (gram)

W_2 =berat batu pecah di air (gram)

B. Percobaan Air Resapan pada Batu Pecah (SNI 03-1969-1990)

- Tujuan

Untuk menegetahui kadar air resapan pada agregat kasar
- Peralatan
 1. Timbangan
 2. Oven
- Bahan
 1. Batu pecah dalam kondisi kering permukaan

- Prosedur Percobaan
 1. Menimbang batu pecah 1000 gram
 2. Batu pecah dimasukkan dalam oven pada suhu $\pm 100^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam
 3. Batu pecah ditimbang dalam kondisi dingin
- Perhitungan kelembapan batu pecah dapat dihitung menggunakan persamaan (3.5) berikut :

$$\text{Kadar air resapan} = \frac{3000-W}{W} \times 100\% \quad (3.5)$$

Keterangan :

W = berat batu pecah oven (gram)

C. Percobaan Kebersihan Batu Pecah Terhadap Lumpur (SNI 03-4142-1996)

- Tujuan
Mengetahui kadar lumpur pada batu pecah
- Peralatan
 1. Timbangan
 2. Saringan no. 200 (0,075 mm) dan no 16 (1,18 mm)
 3. Oven
 4. Pan
- Bahan
 1. Batu Pecah
 2. Deterjen
- Prosedur percobaan
 1. Menimbang batu pecah sebanyak 1000 gram
 2. Memasukkan air yang telah dicampur deterjen dalam wadah yang telah terisi batu pecah.
 3. Batu pecah diaduk hingga lumpur dalam air terangkat dari batu pecah
 4. Meletakkan saringan no 200 (0,075 mm) dan no 16 (1,18 mm) di atas wadah kemudian tuang batu dalam rendaman air ke wadah
 5. Ulangi langkah 2, 3 dan 4 hingga air berwarna bening

6. Batu pecah yang telah bersih dipanaskan dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$
 7. Dinginkan Batu pecah kemudian timbang
- Perhitungan kadar lumpur pada batu pecah dapat menggunakan persamaan (3.6) berikut :

$$\text{Kebersihan Batu Pecah} = \frac{(W_1 - W_2)}{W_1} \times 100\% \quad (3.6)$$

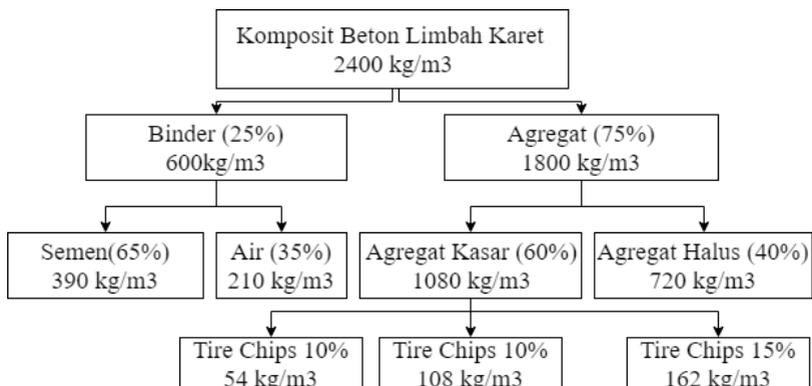
Keterangan :

W_1 = Berat batu pecah kering (gram)

W_2 = Berat batu pecah bersih kering (gram)

3.4 Mix Desain Beton

Pembuatan mix desain ini bertujuan untuk mendapatkan massa bahan yang akan digunakan untuk membuat 1 m^3 komposit beton limbah karet. Bahan yang digunakan meliputi semen, air, batu kerikil, pasir dan *tire chips* seperti terlihat pada gambar 3.6 berikut:



Gambar 3. 7 Diagram Alir mix desain komposit beton limbah karet

3.5 Proses Pembuatan Benda Uji

Berdasarkan hasil mix desain yang telah dibuat, langkah selanjutnya adalah proses pembuatan benda uji. Pembuatan benda

uji meliputi beton normal dan beton karet dengan persentase volume penambahan *tire chips* bervariasi 5%, 10% dan 15% dari volume agregat kasar. *Tire chips* direndam dalam larutan NaOH dengan variasi konsentrasi 10%, 20% dan 30%.

A. Menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan

Alat :

- Cetakan Beton Silinder diameter 10 cm dan tinggi 20 cm
- Alat perojok dari besi
- Timbangan
- Cetok Besi
- Palu karet
- Pan persegi ukuran 50 x 50 cm

Bahan :

- *Tire chips* yang telah direndam dalam larutan NaOH (10%,20% dan 30%)
 - Agregat kasar (batu kerikil)
 - Agregat halus (pasir)
 - Semen
 - Air
 - Oli untuk pelumas cetakan
- B.** Menyiapkan cetakan silinder dan dilumasi dengan oli agar memudahkan proses pelepasan beton dari cetakan.
- C.** Memasukkan semen dan agregat halus (pasir) dalam pan, kemudian diaduk hingga rata menggunakan cetok besi (\pm 10 menit).
- D.** Air ditambahkan sedikit demi sedikit kemudian diaduk hingga adonan menjadi pasta semen
- E.** Memasukkan agregat kasar (kerikil dan *tire chips*) kemudian diaduk hingga rata
- F.** Adonan beton yang sudah homogen dimasukkan kedalam cetakan silinder beton. Adonan yang dimasukkan dalam cetakan dibagi menjadi 3 lapisan. Setiap lapisan dijorok menggunakan alat perojok sebanyak \pm 60 kali, kemudian pukul

cetakan dengan palu karet agar adonan menjadi padat dan cetakan terisi penuh.

- G. Lepaskan cetakan setelah beton mengeras sehari setelah pengecoran

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan sampel dengan matrix pengujian seperti tabel 3.1 berikut :

Tabel 3. 1 Matrix Pengujian

Variasi Larutan Komposisi Tire Chips	NaOH 10%	NaOH 20%	NaOH 30%
Tire Chips 5%			
Tire Chips 10%			
Tire Chips 15%			

3.6 Curing benda uji

Setelah beton dilepas dari cetakan, beton akan direndam dalam air selama 28 hari sebelum dilakukan pengujian, seperti terlihat pada gambar 3.7. Proses perendaman beton dalam air bertujuan untuk menjaga beton tidak kehilangan air akibat penguapan dan menjaga perbedaan suhu beton dengan lingkungan agar mendapatkan kekuatan beton yang tinggi.



Gambar 3. 8 Curing benda uji

3.7 Pengujian Beton

Pengujian beton dilakukan pada usia 28 hari curing. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah uji tekan beton dan uji tarik belah beton

3.7.1 Uji Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton bertujuan untuk mengetahui kekuatan tekan beton terhadap pembebanan secara *vertical*. Sebelum dilakukan pengujian permukaan benda uji dilapisi dengan belerang agar permukaan benda uji menjadi rata seperti pada gambar 3.8. Kemudian benda uji diletakkan pada mesin uji dan dilakukan proses pengujian



Gambar 3. 9 Uji Kuat Tekan Beton.

3.7.2 Kuat Tarik Belah Beton

Kuat Tarik belah beton bertujuan untuk mengetahui kuat tekan beton jika diberi beban secara horisontal. Beton ditekan sampai specimen terbelah menjadi 2 seperti gambar 3.9 berikut



Gambar 3. 10 Uji Tarik belah beton

3.8 Analisis Data

Analisis data dilakukan setelah semua data hasil pengujian telah diperoleh. Pada bagian ini akan dianalisis mengenai kuat tekan beton, kuat Tarik belah beton, modulus elastisitas beton, dan densitas beton. Setiap hasil dianalisa dengan pengaruh penambahan *tire chips* dan perendaman *tire chips* dengan konsentrasi NaOH yang telah divariasi.

3.9 Penarikan Kesimpulan

Penarikan kesimpulan dilakukan ketika seluruh analisis data dari setiap variasi telah dilakukan. Kesimpulan akan menjawab rumusan masalah dari penelitian dalam tugas akhir ini.

“Halaman ini memang dikosongkan”

BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Agregat

Pengujian agregat dalam penelitian ini terdiri dari agregat kasar (batu pecah) dan agregat halus (pasir). Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah pecahan batu alam dan agregat halus menggunakan pasir alam dari kota lumajang. Metode pengujian agregat mengacu pada SNI (Standar Nasional Indonesia).

4.1.1 Agregat Halus

1. Percobaan Berat Jenis Pasir

Pengujian berat jenis pasir dilakukan sesuai dengan standar SNI 03-1970-1990. Pengujian dilakukan dua kali dan hasilnya akan dirata – rata.

Tabel 4. 1 Berat jenis Pasir

Percobaan	1 (gram)	2 (gram)	Rata- Rata
Berat labu+pasir+air (W_1)	1560	1560	
Berat pasir SSD	500	500	
Berat labu+air (W_2)	1246	1245	
Berat jenis pasir (gr/cm^3)	2688	2703	2695,5

Dari tabel 4.1 menunjukkan bahwa hasil dari rata – rata dua percobaan berat jenis pasir adalah sebesar 2695,5 gr/cm^3 . Berat jenis pasir tersebut memenuhi persyaratan penggunaan pasir sebagai bahan campuran beton berdasarkan SNI 03-1970-1990 yang memiliki nilai antara 2,4 – 2,7 kg/cm^3

2. Percobaan Air Resapan pada Pasir

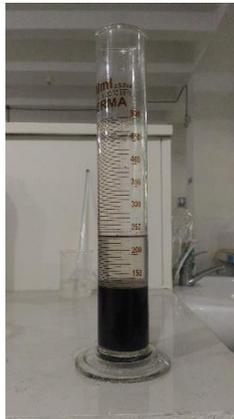
Hasil percobaan Air Resapan pada pasir dapat dilihat pada tabel 4.2. Dari tabel 4.2 menunjukkan bahwa hasil pengujian didapatkan nilai sebesar 1,31%, hasil ini memenuhi persyaratan SNI 03-1970-1990 yang menyatakan bahwa kadar air resapan yang memenuhi syarat yaitu antara 1 - 4%.

Tabel 4. 2 Air resapan pasir

Percobaan	1 (gram)	2 (gram)	Rata-rata
Berat pasir SSD	500	500	
Berat pasir oven (W_1)	493	495	
Kadar air resapan (%)	1,42	1,20	1,31

3. Pengujian Kebersihan Pasir Terhadap Bahan Organik

Pada pengujian kebersihan pada pasir, warna air menjadi tolak ukur kebersihan pasir terhadap bahan organik. Menurut SNI 03-2816-2014 warna air harus tidak lebih tua dari warna zat pembanding yaitu NaOH. Dalam percobaan warna yang timbul berupa putih bening dapat dilihat pada gambar 4.1, hal ini menunjukkan bahwa pasir mengandung sedikit bahan organik dan memenuhi standar.

**Gambar 4. 1** Pengujian kebersihan pasir terhadap bahan organik

4. Pengujian Kebersihan Pasir Terhadap Lumpur

Hasil pengujian kebersihan pasir terhadap lumpur dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut :

Tabel 4. 3 Kebersihan pasir terhadap lumpur

Percobaan	1	2	Rata- Rata
Tinggi lumpur (h) (mm)	1	1	
Tinggi pasir (H) (cm)	6	5,5	
Kadar lumpur (%)	1,67	1,82	1,74

Besar rata-rata kadar lumpur yang didapatkan dari pengujian adalah 1,74%. Nilai tersebut memenuhi standar yang berlaku pada SNI 03-4142-1996, batas maksimal kadar lumpur adalah sebesar 3%.

4.1.2 Agregat Kasar

1. Pengujian Berat Jenis Batu Pecah

Hasil pengujian berat jenis batu pecah dapat dilihat pada tabel 4.4. Dari tabel terlihat bahwa hasil rata – rata berat jenis batu pecah adalah 2672 gr/cm³. Hasil tersebut masih memenuhi SNI 03-1969-1990, berat jenis batu pecah yang disyaratkan sebesar 2400-2700 gr/cm³.

Tabel 4. 4 Berat Jenis Batu Pecah

Percobaan	1 (gram)	2 (gram)	Rata-Rata
Berat kerikil di udara (W_1)	3000	3000	
Berat kerikil di air (W_2)	1875	1880	
Berat jenis pasir (gr/cm³)	2667	2678	2672

2. Pengujian Air Resapan pada Batu Pecah

Hasil pengujian air resapan pada batu pecah dapat dilihat pada tabel 4.5. Nilai kadar air resapan rata-rata yang diperoleh adalah sebesar 1,24%, nilai tersebut memenuhi syarat SNI 03-1969-1990 yaitu sebesar 1% sampai dengan 2%.

Tabel 4. 5 Air Resapan pada Batu Pecah

Percobaan	1 (gram)	2 (gram)	Rata-rata
Berat kerikil SSD	3000	3000	
Berat kerikil oven (W_1)	2967	2960	
Kadar air resapan (%)	1,11	1,36	1,24

3. Pengujian Kebersihan Batu Terhadap Lumpur

Hasil pengujian kebersihan batu terhadap lumpur dapat dilihat pada tabel 4.6. Dari tabel menunjukkan nilai kadar lumpur rata-rata hasil percobaan adalah 0,5%. Nilai tersebut memenuhi Syarat pada SNI 03-4142-1996 yang menyatakan bahwa kadar lumpur batu pecah diharuskan kurang dari 1%. Jika tingkat kebersihan batu terhadap lumpur lebih dari 1% maka batu pecah harus dilakukan pencucian ulang. Pada penelitian ini dilakukan pengulangan pencucian sebanyak 4 kali, hal ini menyebabkan batu pecah sudah memenuhi standar dan syarat sebagai agregat beton.

Tabel 4. 6 Kebersihan batu pecah terhadap lumpur

Percobaan	1 (gram)	2 (gram)	Rata-Rata
Berat kering sebelum dicuci (W_1)	1000	1000	
Berat kering setelah dicuci (W_2)	995	995	
Kadar lumpur (%)	0,5	0,5	0,5

4.2 Mix Desain Beton

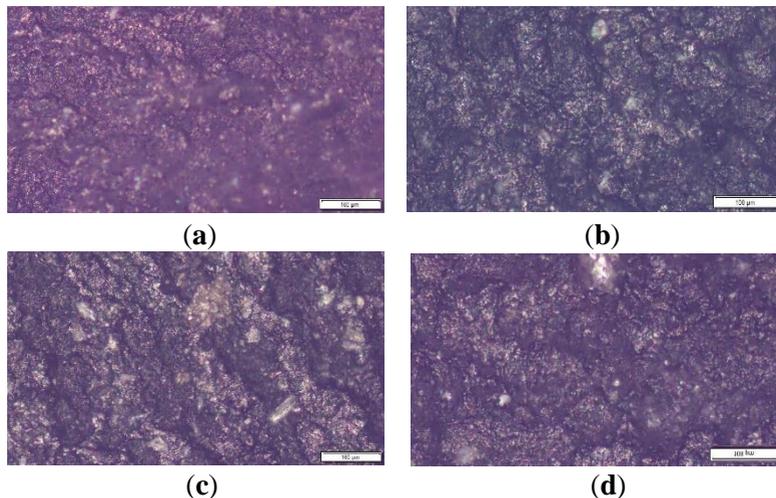
Pada penelitian ini dilakukan perhitungan mix desain untuk komposisi beton normal dan beton karet ban bekas. Variasi persentase *tire chips* dilakukan pada komposisi agregat kasar yang digunakan. Komposisi kebutuhan bahan campuran beton dapat dilihat pada tabel 4.7 berikut :

Tabel 4. 7 Komposisi Kebutuhan Bahan Campuran Beton untuk

Material Beton	Beton Normal (NC)	Beton Karet 5% (TC5)	Beton Karet 10% (TC10)	Beton Karet 15% (TC15)
Air (kg)	205	205	205	205
Semen (kg)	379	379	379	379
Pasir (kg)	716,4	716,4	716,4	716,4
Batu pecah (kg)	1074,6	1020,87	967,14	913,41
<i>Tire Chips</i> (kg)	-	53,73	107,46	161,19

4.3 Hasil Perendaman *Tire Chips* menggunakan NaOH

Dalam penelitian ini dilakukan perendaman *tire chips* pada larutan NaOH selama 1 jam dengan konsentrasi NaOH 10%, 20% dan 30%. Perendaman *tire chips* dalam larutan NaOH merubah permukaannya menjadi lebih kasar. Perubahan permukaan *tire chips* dapat dilihat dari foto perbesaran 100 μm menggunakan Mikroskop Optic Olympus pada gambar 4.2 berikut :



Gambar 4.2 Fotografi mikroskopi permukaan *tire chips* dengan perbesaran 100 μm . (a) tanpa perlakuan NaOH, (b) NaOH 10%, (c) NaOH 20%, (d) NaOH 30%

4.4 Hasil Pengujian Beton

Pada penelitian ini dilakukan uji tekan, uji tarik belah dan perhitungan densitas dan modulus elastisitas beton. Pengujian ini dilakukan pada saat beton berumur 28 hari.

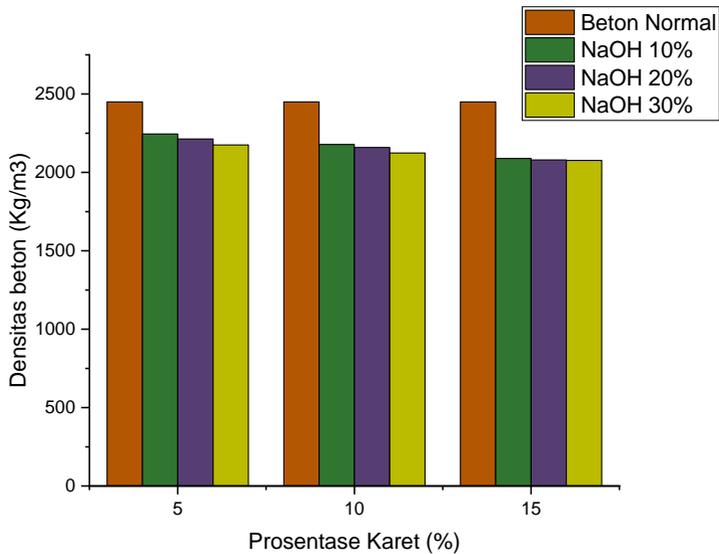
4.4.1 Densitas Beton

Pengujian densitas beton dilakukan saat beton berumur 28 hari. Pengujian densitas ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh persentase karet dalam beton terhadap densitas beton. Data hasil pengujian densitas beton dapat dilihat pada tabel 4.8 berikut:

Tabel 4. 8 Hasil pengujian densitas beton

Nama Sampel	Massa (Kg)	Volume (m ³)	Densitas (Kg/m ³)
Beton Normal	3,84	0,00157	2449,68
TC5% NaOH 10%	3,52	0,00157	2245,22
TC10% NaOH 10%	3,42	0,00157	2178,34
TC15% NaOH 10%	3,28	0,00157	2089,17
TC5% NaOH 20%	3,47	0,00157	2213,37
TC10% NaOH 20%	3,39	0,00157	2159,23
TC15% NaOH 20%	3,26	0,00157	2079,61
TC5% NaOH 30%	3,41	0,00157	2175,15
TC10% NaOH 30%	3,33	0,00157	2124,20
TC15% NaOH 30%	3,26	0,00157	2076,43

Pengaruh penambahan persentase *tire chips* terhadap densitas beton dapat dilihat pada gambar 4.3



Gambar 4.3 Pengaruh persentase tire chips pada densitas beton

Dari gambar 4.3 dan tabel 4.8 menunjukkan bahwa semakin besar persentase *tire chips* pada campuran beton, maka densitas beton akan semakin berkurang. Namun dengan berkurangnya nilai densitas beton ini, tidak mengubah beton karet menjadi beton ringan, karena nilai densitas beton ringan antara 1140 - 1840 kg/m³ (SNI-03-2847-2013)

4.4.2 Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 28 hari dan dilakukan pada specimen berbentuk silinder dengan diameter 10 cm tinggi 20 cm. Pengujian dilakukan dengan memberikan beban/tekanan pada beton dengan kondisi vertical. Hasil pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada tabel 4.9, 4.10, 4.11, 4.12 dan gambar 4.3

Tabel 4. 9 Hasil Uji Tekan Beton Normal

Nama Specimen	Beban Maksimum (Newton)	Kuat Tekan Beton (N/mm ²)	Kuat Tekan Rata-Rata (N/mm ²)
Beton Normal 1	110624,896	14,079	17,411
Beton Normal 2	162984,561	20,743	

Tabel 4. 10 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Karet NaOH 10%

Nama Specimen	Beban Maksimum (Newton)	Kuat Tekan Beton (N/mm ²)	Kuat Tekan Rata-Rata (N/mm ²)
TC 5% NaOH 10%	70724,971	9,001	8,670
TC 5% NaOH 10%	65521,857	8,339	
TC 10% NaOH 10%	49565,653	6,308	7,146
TC 10% NaOH 10%	62740,593	7,985	
TC 15% NaOH 10%	52887,459	6,731	6,449
TC 15% NaOH 10%	48462,502	6,167	

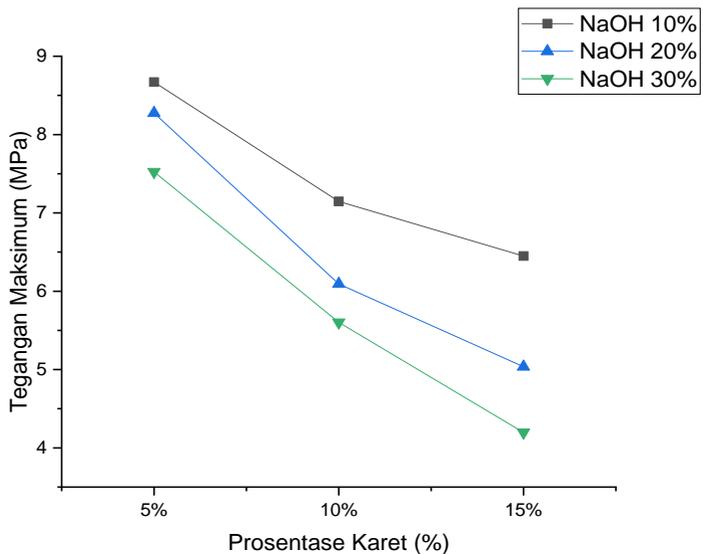
Tabel 4. 11 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Karet NaOH 20%

Nama Specimen	Beban Maksimum (Newton)	Kuat Tekan Beton (N/mm ²)	Kuat Tekan Rata-Rata (N/mm ²)
TC 5% NaOH 20%	62406,284	7,942	8,275
TC 5% NaOH 20%	67637,445	8,608	
TC 10% NaOH 20%	49371,873	6,283	6,093
TC 10% NaOH 20%	46395,359	5,904	
TC 15% NaOH 20%	40579,721	5,164	5,036
TC 15% NaOH 20%	38565,631	4,908	

Tabel 4. 12 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Karet NaOH 30%

Nama Specimen	Beban Maksimum (Newton)	Kuat Tekan Beton (N/mm^2)	Kuat Tekan Rata-Rata (N/mm^2)
TC 5% NaOH 30%	45120,298	5,742	7,524
TC 5% NaOH 30%	73128,090	9,307	
TC 10% NaOH 30%	56515,625	7,192	5,603
TC 10% NaOH 30%	31545,345	4,014	
TC 15% NaOH 30%	39957,783	5,085	4,197
TC 15% NaOH 30%	25998,409	3,308	

Pengaruh penambahan persentase *tire chips* pada kuat tekan beton dapat dilihat pada gambar 4.4

**Gambar 4. 4** Pengaruh persentase *Tire chips* terhadap kuat tekan beton

Pada tabel 4.10, 4.11, 4.12 dan gambar 4.4 menunjukkan bahwa penambahan *tire chips* dapat menurunkan nilai kuat tekan

beton, semakin banyak persentase *tire chips* pada campuran beton maka nilai kuat tekan beton akan menurun. Pada gambar 3.4 terlihat bahwa semakin besar konsentrasi NaOH yang digunakan maka nilai kuat tekan beton akan semakin menurun.

Tabel 4. 13 Hubungan Kuat Tekan Beton Terhadap Variasi Tire Chips

Nama Specimen	Kuat Tekan Beton (N/mm ²)	Persentase Penurunan Kuat Tekan Beton (%)
Beton Normal	17,411	-
TC 5% NaOH 10%	8,670	50,20
TC 10% NaOH 10%	7,146	58,95
TC 15% NaOH 10%	6,449	62,96
TC 5% NaOH 20%	8,275	52,47
TC 10% NaOH 20%	6,093	65,00
TC 15% NaOH 20%	5,036	71,07
TC 5% NaOH 30%	7,524	56,78
TC 10% NaOH 30%	5,603	67,81
TC 15% NaOH 30%	4,197	75,58

Pada Tabel 4.13 menunjukkan bahwa Semakin besar persentase *tire chips* dan NaOH maka nilai kuat tekan beton akan semakin turun. Penambahan *tire chip* dapat menurunkan nilai kuat tekan beton hingga 50% dari nilai kuat tekan beton normal. Pada beton karet variasi 5% *tire chips* terjadi penurunan nilai kuat tekan sebesar 50.20% untuk variasi NaOH 10%, 52,47% pada NaOH 20% dan 56.78% untuk variasi NaOH 30%. Persentase penurunan nilai kuat tekan beton terbesar terjadi pada variasi *tire chips* 15% dengan variasi NaOH 30% dengan nilai persentase penurunan mencapai 75,58%.

4.4.3 Modulus Elastisitas Beton

Modulus elastisitas merupakan ukuran kekakuan suatu material, sehingga semakin tinggi nilai modulus elastisitas bahan, maka semakin sedikit perubahan bentuk yang terjadi apabila

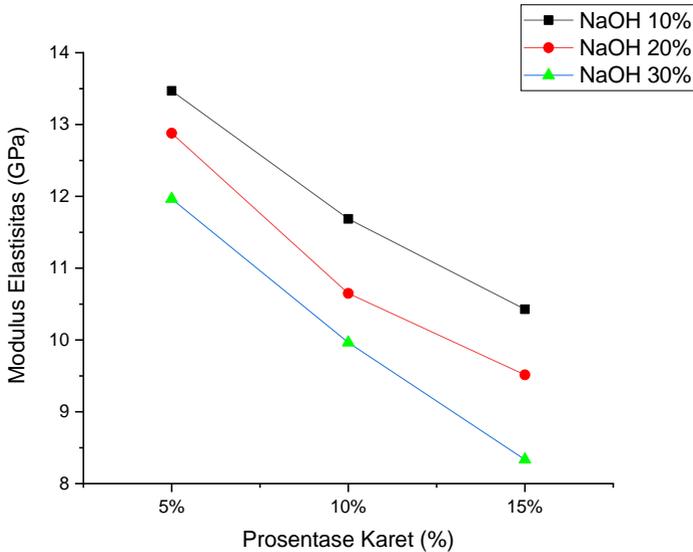
diberigaya. Jadi, semakin besar nilai modulus ini maka semakin kecil regangan elastis yang terjadi atau semakin kaku. Hasil perhitungan modulus elastisitas beton menggunakan persamaan 2.3 dapat dilihat pada Tabel 4.14

Tabel 4. 14 Hasil perhitungan modulus elastisitas beton

Nama Spesimen	Modulus Elastisitas (GPa)	Persentase Penurunan Modulus Elastisitas (%)
Beton Normal	21,754	-
TC 5% NaOH 10%	13,469	38,08
TC 10% NaOH 10%	11,686	46,27
TC 15% NaOH 10%	10,427	52,06
TC 5% NaOH 20%	12,880	40,79
TC 10% NaOH 20%	10,649	51,04
TC 15% NaOH 20%	9,514	57,93
TC 5% NaOH 30%	11,965	44,99
TC 10% NaOH 30%	9,964	54,19
TC 15% NaOH 30%	8,335	61,68

Dari Tabel 4.14 menunjukkan bahwa terjadi penurunan nilai modulus elastisitas antara beton normal dan beton karet. Menurunnya nilai modulus elastisitas ini menunjukkan bahwa penambahan *tire chips* pada beton dapat memberikan sifat lentur pada beton dan menurunkan sifat getas pada beton.

Pengaruh penambahan persentase *tire chips* pada modulus elastisitas beton dapat dilihat pada gambar 4.5



Gambar 4. 5 Grafik pengaruh persentase karet terhadap modulus elastisitas beton

Pada Gambar 4.5 terlihat bahwa semakin besar persentase *tire chips* pada beton maka nilai modulus elastisitas beton akan semakin menurun. Penambahan persentase *tire chips* pada beton akan menyebabkan beton semakin lentur. Nilai modulus elastisitas tertinggi terjadi pada persentase karet 5% dengan variasi konsentrasi NaOH 10% sebesar 13,469 GPa dan nilai modulus elastisitas terendah terjadi pada persentase karet 15% dengan variasi konsentrasi NaOH 30% sebesar 8,335 GPa.

Variasi konsentrasi NaOH pada perendaman *tire chips* juga berpengaruh pada nilai modulus elastisitas beton. Semakin besar konsentrasi NaOH yang digunakan maka nilai modulus elastisitas beton akan turun. Pada Gambar 4.5 menunjukkan nilai modulus elastisitas beton pada konsentrasi NaOH 30% memiliki nilai modulus elastisitas paling rendah dibandingkan dengan konsentrasi NaOH 10% dan NaOH 20%. Hal ini menunjukkan

semakin besar konsentrasi NaOH yang digunakan pada proses perendaman *tire chips* menyebabkan beton semakin lentur.

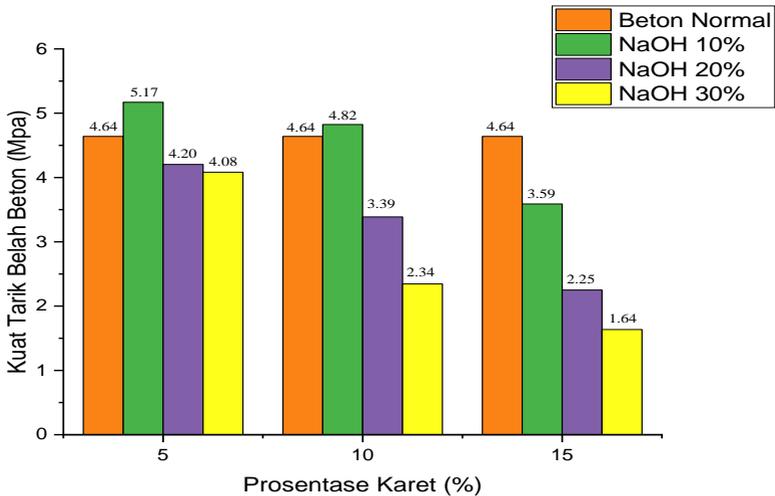
4.4.4 Kuat Tarik Belah Beton

Pengujian tarik belah dilakukan untuk mengetahui kekuatan tekan beton (dalam posisi horisontal) menerima tegangan hingga terbelah dan tidak dapat menahan beban yang diberikan. Hasil pengujian nilai kuat tarik belah beton dapat dilihat pada tabel 4.15

Tabel 4. 15 Hasil pengujian kuat tarik belah beton

Nama Specimen	Beban Maksimum (N)	Kuat Tarik Belah Beton (MPa)
Beton Normal	46390,18	4,64
TC 5% NaOH 10%	51708,86	5,17
TC 10% NaOH 10%	48243,22	4,82
TC 15% NaOH 10%	35884,03	3,59
TC 5% NaOH 20%	42026,17	4,20
TC 10% NaOH 20%	33866,82	3,39
TC 15% NaOH 20%	22492,70	2,25
TC 5% NaOH 30%	40830,85	4,08
TC 10% NaOH 30%	23441,97	2,34
TC 15% NaOH 30%	16365,46	1,64

Pengaruh penambahan persentase *tire chips* terhadap kuat tekan beton dapat dilihat pada gambar 4.6



Gambar 4. 6 Pengaruh penambahan persentase karet terhadap kuat tarik belah beton

Pada uji tarik belah beton, terjadi penurunan nilai kuat Tarik belah beton dengan bertambahnya volume persentase *tire chips* yang digunakan. Semakin banyak volume persentase *tire chips* pada beton maka nilai kuat tarik belah beton akan menurun. Namun jika dibandingkan dengan beton normal, nilai kuat tarik belah beton pada persentase *tire chips* 5% dengan konsentrasi NaOH 10% mengalami peningkatan. Hasil uji Tarik belah beton pada beton normal adalah sebesar 4,64 MPa, sedangkan pada beton karet persentase *tire chips* 5% dengan konsentrasi NaOH 10% adalah sebesar 5,17 MPa. Sehingga beton karet persentase *tire chips* 5% dengan konsentrasi NaOH 10% mampu menahan beban tekan secara horisontal dibandingkan beton normal. Jika dilihat dari Gambar 4.6 konsentrasi NaOH yang digunakan juga berpengaruh terhadap nilai kuat tarik belah beton. Semakin tinggi konsentrasi NaOH yang digunakan maka nilai kuat Tarik belah beton akan semakin turun.

Pada saat dilakukan pengujian kuat tarik belah, hanya pada konsentrasi NaOH 10% yang mengalami pembelahan. Hal ini

dikarenakan pada konsentrasi NaOH 20% dan 30% memiliki ikatan yang lebih kuat dibandingkan NaOH 10%. Perendaman *tire chips* pada larutan NaOH mengakibatkan permukaan mejadi kasar (gambar 4.2) dan meningkatkan ikatan pasta semen dengan *tire chips*.

4.5 Interpretasi Hasil Analisa

Dari data densitas (gambar 4.3), data kuat tekan beton (gambar 4.4), data kuat tarik belah beton (gambar 4.6), modulus elastisitas (gambar 4.5) menunjukkan terjadi penurunan nilai seiring dengan penambahan volume *tire chips* dan konstansi NaOH yang digunakan pada beton. Persentase penurunan kuat tekan beton karet lebih dari 50% dan untuk modulus elastisitas sebesar 38.08% - 61.68% jika dibandingkan dengan beton normal. Nilai kuat tekan tertinggi terjadi pada variasi konsentrasi NaOH 10% dengan persentase karet 5% sebesar 8,670 MPa.

Dari gambar 4.2 menunjukkan bahwa merendam *tire chips* dalam larutan NaOH dapat merubah permukannya mejadi lebih kasar. NaOH akan berinteraksi dengan permukaan karet dan bereaksi dengan *isoprene*, *stirena butadiene* dan komponen organic lainnya dari ban. Silika dalam agregat karet akan bereaksi dengan larutan alkali (NaOH) untuk membentuk reaksi alkali – silika (ASR). Reaksi alkali – silika ini membuat permukaan kasar pada agregat karet dan menyebabkan karakterisai ikatan yang baik antara karet dan pasta (Iman, Hadi, 2015). Semakin besar konsentrasi NaOH yang digunakan akan menyebabkan permukaan *tire chips* semakin kasar dan meningkatkan ikatan antara *tire chips* dengan pasta semen.

Penurunan nilai modulus elastisitas pada beton karet menunjukkan bahwa penambahan *tire chips* pada beton dapat menurunkan sifat kekakuan dari beton. Namun dengan menurunnya sifat kekakuan beton berdampak terhadap nilai kuat tekan beton. Semakin rendah nilai modulus elastisitas beton maka nilai kuat tekan beton semakin turun. Dari gambar 4.5 nilai modulus elastisitas tertinggi terjadi pada persentase karet 5% dengan variasi konsentrasi NaOH 10% sebesar 13,469 GPa dan

nilai modulus elastisitas terendah terjadi pada persentase karet 15% dengan variasi konsentrasi NaOH 30% sebesar 8,335 GPa.

Semakin besar konsentrasi NaOH yang digunakan maka nilai modulus elastisitas beton akan menurun. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi NaOH yang digunakan maka akan menyebabkan beton semakin elastis. Turunnya nilai modulus elastisitas ini disebabkan oleh perendaman *tire chips* terhadap larutan NaOH. NaOH kaustik yang dilarutkan dalam air akan melepaskan panas. NaOH merupakan senyawa kimia yang menyimpan panas akibat reaksi pembuatannya yang berasal dari larutan garam yang dielektrolisa menggunakan aliran listrik (Bestekin.com).

Suhu perendaman *tire chips* pada larutan NaOH konsentrasi 10% selama 1 jam adalah 42°C - 30°C, 60°C - 36°C untuk konsentrasi NaOH 20% dan untuk konsentrasi NaOH 30% berkisar antara 71°C - 42°C. Pada saat pemanasan akan terjadi reaksi ikatan silang gugus aldehida yang berasal dari bahan karet dengan reaksi oksidasi yang memutuskan rantai molekul karet (Refrizon, 2003). Waktu pemanasan terjadi reaksi oksidasi yang memutus rantai molekul karet. Suhu yang tinggi dan waktu yang lama terjadinya pemutusan molekul karet akan lebih cepat dibandingkan dengan reaksi ikatan silang gugus aldehida (Popy et al., 2014). Semakin tinggi suhu pemanasan akan menyebabkan pemutusan ikatan rantai molekul karet. Pemutusan ikatan karet ini akan menyebabkan karet menjadi lebih lentur. Semakin besar konsentrasi NaOH yang digunakan mengakibatkan nilai modulus elastisitas turun, karena *tire chips* yang direndam dalam larutan NaOH menjadi lebih lentur.

Pada uji kuat tarik belah, beton dengan konsentrasi NaOH 20% dan NaOH 30% tidak dapat terbelah. Gambar 4.2 menunjukkan bahwa *tire chips* yang direndam dalam larutan NaOH 20% dan NaOH 30% memiliki permukaan yang lebih kasar dibandingkan dengan larutan NaOH 10%. Permukaan yang kasar pada konsentrasi NaOH 20% dan NaOH 30% menyebabkan ikatan yang baik antara pasta semen dan *tire chips*.

Penambahan volume *tire chips* pada beton dapat meningkatkan nilai kuat tarik belah beton. Dari gambar 4.5 terlihat bahwa terjadi peningkatan nilai kuat tarik belah beton pada volume *tire chips* 5% dalam konsentrasi NaOH 10%. Terjadi peningkatan nilai dari 4,64 MPa menjadi 5,17 MPa. Peningkatan nilai kuat Tarik belah beton karet jika dibandingkan dengan beton normal ini menunjukkan bahwa beton karet dapat menerima beban secara horisontal lebih besar jika dibandingkan dengan beton normal. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa beton karet lebih cocok digunakan sebagai beton non struktural.

“Halaman ini memang dikosongkan”

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- a. Semakin banyak penambahan volume *tire chips* pada beton menurunkan nilai kuat tekan, kuat tarik belah dan modulus elastisitas beton. Nilai tertinggi terjadi pada persentase karet 5% dengan nilai kuat tekan beton sebesar 8,27 Mpa, kuat tarik belah beton 5,17 Mpa dan modulus elastisitas 13,469 GPa.
- b. Semakin besar konsentrasi NaOH yang digunakan akan menurunkan nilai kuat tekan, kuat tarik belah dan modulus elastisitas beton. Konsentrasi NaOH yang baik digunakan dalam pembuatan beton karet adalah konsentrasi NaOH 10%. Nilai kuat tekan, kuat tarik belah dan modulus elastisitas tertinggi terjadi pada konsentrasi NaOH 10%.

5.2 Saran

Saran yang diberikan penulis untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

- a. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai limbah ban karet yang optimal digunakan dalam beton karet. Limbah karet memiliki banyak variasi, sehingga perlu ditentukan spesifikasi limbah ban karet yang baik digunakan untuk beton karet.
- b. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk metode pemadatan campuran beton *tire chips*, agar pada saat digetarkan *tire chips* tidak naik ke permukaan, sehingga campuran bisa lebih homogen.

Halaman ini memang dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- American Society for Testing and Materials, (1978). *Standard Specification for Concrete Aggregates*, ASTM International, United States
- Callister, W. D., & Wiley, J. (2007). *Materials Science* (7th ed.). John Wiley & Sons. Inc.
- <https://bestekin.com/2019/03/22/sifat-sifat-soda-api/> diakses pada tanggal (11 Juli 2019)
- Huynh, H., Raghavan, D. (1997), Durability of Simulated Shredded Rubber Tire in Highly Alkaline Environments, *Advanced Cement Based Materials Journal* Vol. 6, pp. 138-143
- Iman Mohammadi & Hadi Khabbaz, (2015). Enhancing Mechanical Performance Of Rubberised Concrete Pavements With Sodium Hydroxide Treatment. *Material and structures*. DOI: 10.1617/s11527-015-0540-7
- Mulyono, Tri. (2004), *Teknologi Beton*, Penerbit C.V Andi Offset, Yogyakarta
- Popy Marlina, F.P., Basuni Hamzah, R.P. (2014). Pengaruh Suhu Dan Lama Penyimpanan Terhadap Karakteristik Komponen Karet Dengan Bahan Pengisi Arang Aktif Tempurung Kelapa Dan Nano Silika Sekam Padi., *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. Vol.25 No.1. 43-51
- Refrizon, (2013). *Viskositas Mooney Karet Alam*. Medan : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatra Utara.
- Siswanto, M.H., Mahendra, F. (2012). *Perekayasa Nanosilika Berbahan Baku Silika Lokal Sebagai Filler Kompon Karet Rubber Air Bag Peluncur Kapal Dari Galangan*. Jakarta : Staf Perakayasa Direktorat Teknologi Industri Proses. Deputi Bidang Teknologi Industri Rancang Bangun dan Rekayasa. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi
- Standar Nasional Indonesia, (2002), *Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton*, SNI 03-2491-2002, Badan Standardisasi Nasional, Bandung.

- Standar Nasional Indonesia, (2004). *Semen Portland Komposit*, SNI 15-7064-2004, ICS 91.10.10, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia, (2011). *Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder*, SNI 1974:2011, ICS 91.100.30, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia, (2013). *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*, SNI 2847:2013, ICS 91.080.40, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Youssf O, Elgawady MA, (2013). An overview of sustainable concrete made with scrap rubber. *Material to structure: advancement through innovation*. DOI:10.1201/b15320-185

Lampiran A

Dokumentasi Gambar Beton setelah dilakukan Uji Tekan

- Gambar Beton Normal



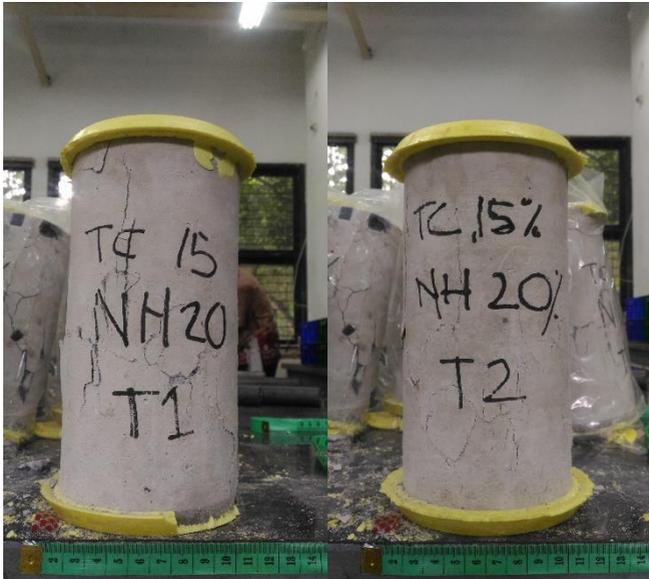
- Gambar Beton *Tire Chips* dengan konsentrasi NaOH 10%



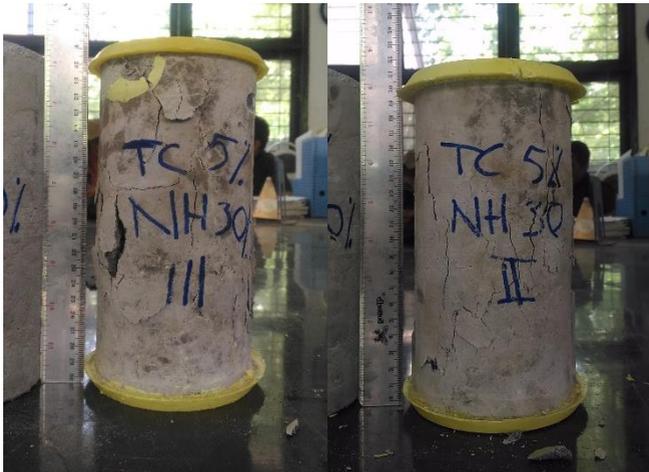


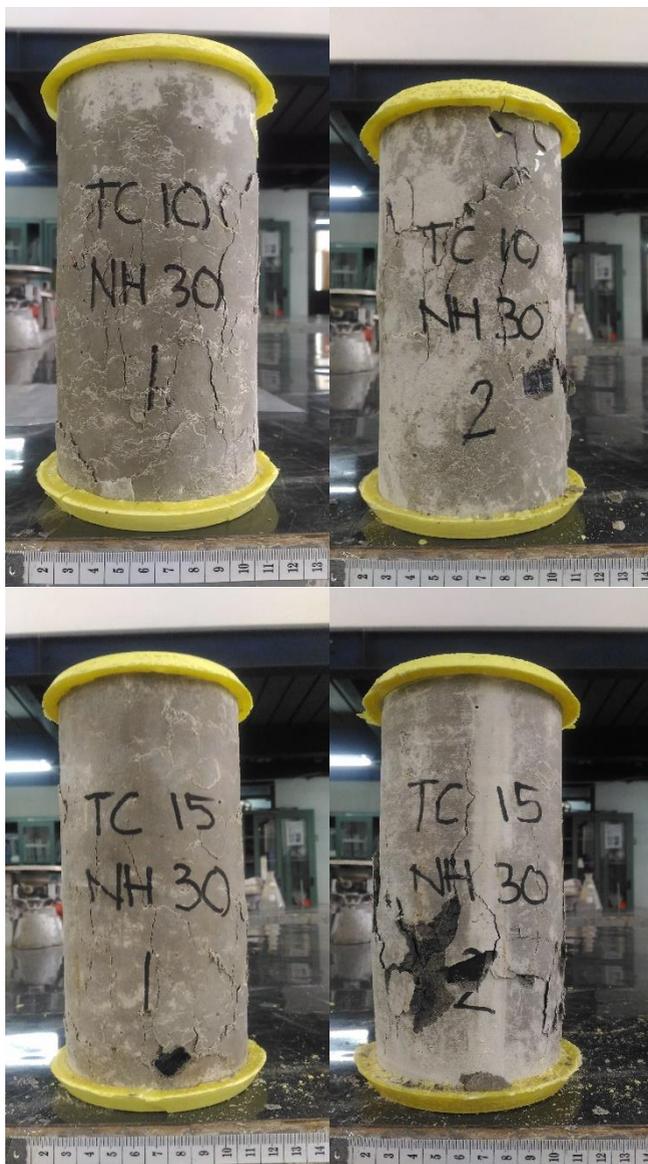
- Gambar Beton *Tire Chips* dengan konsentrasi NaOH 20%





- Gambar Beton *Tire Chips* dengan konsentrasi NaOH 30%





LAMPIRAN B

Dokumentasi gambar hasil uji kuat Tarik belah

- Beton Normal



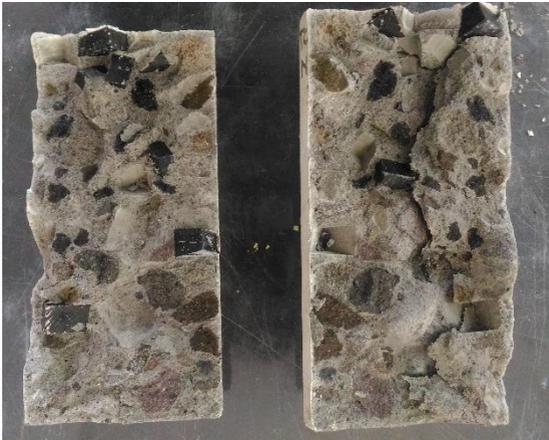
- Beton *Tire Chips* 5% NaOH 10%



- *Beton Tire Chips* 10% NaOH 10%



- *Beton Tire Chips* 15% NaOH 10%



LAMPIRAN C

Suhu perendaman larutan NaOH

- Suhu perendaman konsentrasi NaOH 10%



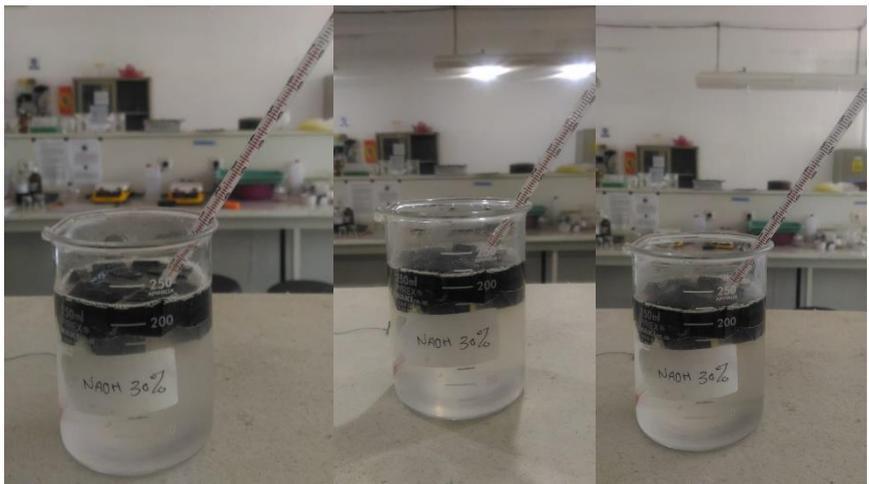
Suhu perendaman konsentrasi NaOH 10% antara 42°C - 30°C

- Suhu perendaman konsentrasi NaOH 20%



Suhu perendaman konsentrasi NaOH 20% antara 60°C – 36°C

- Suhu perendaman konsentrasi NaOH 30%



Suhu perendaman konsentrasi NaOH 30% antara 71°C – 42°C

BIODATA PENULIS



Penulis lahir pada tanggal 1 Februari 1995 di Ponorogo, Jawa Timur. Penulis menempuh pendidikan di SDN 1 Mangkujayan Ponorogo (2001-2007), SMPN 1 Ponorogo (2007-2010) dan SMAN 1 Ponorogo (2010-2013), D3 Teknik Mesin Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (2013-2016). Penulis melanjutkan studinya untuk mendapatkan gelar sarjana di Departemen Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Bidang minat yang diambil penulis adalah rekayasa bahan. Penulis melaksanakan kerja praktek di PT Dirgantara Indonesia . Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail* navisnasrulloh.1995@gmail.com.