

TUGAS AKHIR

**ANALISA PENGGUNAAN ABU AMPAS TEBU DAN SIKAMENT NN
SEBAGAI BAHAN TAMBAH KIMIA DITINJAU DARI KUAT TEKAN
BETON
(STUDI PENELITIAN)**

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

Disusun oleh:

RIZKY AULIA NASUTION
1907210079



**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2025**

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Rizky Aulia Nasution

NPM : 1907210079

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Analisa Penggunaan Abu Ampas Tebu dan *Sikament NN*
Sebagai Bahan Tambah Kimia Ditinjau Dari Kuat Tekan
Beton (Studi Penelitian)

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.

Disetujui Untuk Disampaikan

Kepada Panitia Ujian:

Dosen Pembimbing



Sri Frapanti ST., MT.

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

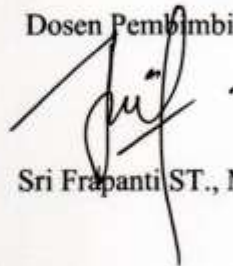
Nama : Rizky Aulia Nasution
NPM : 1907210079
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Analisa Penggunaan Abu Ampas Tebu dan *Sikament NN*
Sebagai Bahan Tambah Kimia Ditinjau Dari Kuat Tekan
Beton (Studi Penelitian)

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,

Mengetahui dan Menyetujui:

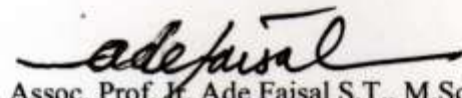
Dosen Pembimbing



Sri Frapanti ST., MT

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Assoc. Prof. Dr. Ade Faisal S.T., M.Sc. Ph.D



Rizki Efrida, S.T., M.T

Ketua Prodi Teknik Sipil



Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Rizky Aulia Nasution
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 4 September 2001
NPM : 1907210079
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa Laporan Tugas Akhir saya yang berjudul: “Analisa Penggunaan Abu Ampas Tebu dan *Sikament NV* Sebagai Bahan Tambah Kimia Ditinjau Dari Kuat Tekan Beton (Studi Penelitian)” 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 ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan atau kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan keadaan sadar dan tidak dalam tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi⁴ menegakkan integritas Akademik di Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan,

Saya yang menyatakan:



Rizky Aulia Nasution

ABSTRAK

ANALISA PENGGUNAAN ABU AMPAS TEBU DAN SIKAMENT NN SEBAGAI BAHAN TAMBAH KIMIA TERHADAP KUAT TEKAN BETON (STUDI PENELITIAN)

Rizky Aulia Nasution
1907210079
Sri Frapanti ST., MT

Ampas tebu (*baggage ash*) adalah campurandari serat yang kuat, yang mempunyai tingkat higroskopis yang tinggi, dihasilkan melalui penggilingan tebu. Ampas tebu sendiri merupakan hasil limbah buangan yang berlimpah dari proses pembuatan gula kurang lebih 30% dari kapasitas giling. Abu ampas tebu memiliki kandungan yang samadengan bahan utama pembentuk semen portlandyaitu silika (SiO_2) dan Ferrit (Fe_2O_3) sehingga dapatdijadikan sebagai pozolan yang selain menggantikan sebagian semen juga dapat meningkatkan kekuatan tekan beton. Sikament-NN merupakan superplasticizer yang sangat efektif dalam mengurangi jumlah air beton untuk membantu menghasilkan kekuatan awal dan kekuatan akhir tinggi. Namun untuk penggunaan di lapangan, pemilihan bahan tambah harus disesuaikan dengan situasi dan kondisi beton yang telah direncanakan. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah yang tersedia yaitu Abu Ampas Tebu sebagai agregat halus dengan penambahan *Sikament NN* pada campuran beton. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh Abu Ampas Tebu sebagai agregat halus dan *Sikament NN* sebagai bahan tambah terhadap nilai kuat tekan beton. Variasi yang ada pada penelitian ini BTN, BATSM (5%, 10%, 15%) dan BAT 5%. *Sikament NN* yang digunakan sebesar 0,8% dari berat semen. Benda uji yang dipakai berupa silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm sebanyak 15 benda uji. Pengujian dilakukan setelah beton berumur 28 hari. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pengaruh Abu Ampas Tebu terhadap kuat tekan beton pada benda uji silinder memiliki nilai yang rendah. Namun pada BATSM 5% ada peningkatan nilai kuat tekan beton karena adanya penambahan bahan kimia *Sikament NN*. Hal ini dikarenakan *Sikament NN* dapat menaikkan kualitas beton dan persentase abu ampas tebu yang ada pada BATSM 5% hanya sebesar 5%.

Kata Kunci: Abu Ampas Tebu, *Sikament NN*, Kuat Tekan Beton

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE USE OF BAGASSE ASH AND SIKAMENT NN AS CHEMICAL ADDITIVES ON CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH (RESEARCH STUDY)

Rizky Aulia Nasution
1907210079
Sri Frapanti ST., MT

Bagasse ash is a mixture of strong fibers with a high level of hygroscopicity, produced through the milling of sugarcane. Bagasse ash itself is an abundant waste product from the sugar production process, amounting to approximately 30% of the milling capacity. Bagasse ash has a content similar to the main constituents of Portland cement, namely silica (SiO_2) and Ferrite (Fe_2O_3), so it can be used as a pozzolan that not only replaces some of the cement but also increases the compressive strength of the concrete. Sikament-NN is a highly effective superplasticizer in reducing the amount of water in concrete to help achieve high early and final strength. However, for field use, the selection of additives must be adjusted to the situation and conditions of the planned concrete. This research aims to utilize the available waste, which is Sugarcane Bagasse Ash, as a fine aggregate with the addition of Sikament NN in the concrete mix. This research also aims to determine the effect of Sugarcane Bagasse Ash as a fine aggregate and Sikament NN as an additive on the concrete's compressive strength value. The variations in this research are BTN (Normal Concrete), BATSM (Bagasse Ash Concrete + Sikament NN) (5%, 10%, 15%), and BAT (Bagasse Ash Concrete) 5%. The Sikament NN used is 0.8% of the cement weight. The test specimens used are cylinders with a size of 15 cm×30 cm, totaling 15 specimens. Testing was carried out after the concrete was 28 days old. Based on the research that has been done, the effect of Bagasse Ash on the compressive strength of concrete in cylinder specimens has a low value. However, in BATSM 5%, there is an increase in the concrete's compressive strength value due to the addition of the chemical additive Sikament NN. This is because Sikament NN can improve the quality of the concrete and the percentage of bagasse ash in BATSM 5% is only 5%.

Keywords: Baggase Ash, Sikament NN, Compressive Strength of Concrete

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat 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 “Pengujian Abu Ampas Tebu Dan Sikament NN Sebagai Bahan Tambah Ditinjau Dari Kuat Tekan Beton” 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 terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Ibu Sri Frapanti ST., MT. Selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, dan juga sebagai Ketua Prodi Teknik Sipil.
2. Bapak Assoc. Prof. Ir. Ade Faisal S.T., M.Sc. Ph.D Selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Rizki Efrida ST., MT. Selaku Dosen Pembimbing II 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. Bapak Assoc. Prof. Ir. Ade Faisal S.T., M.Sc. Ph.D. selaku selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik sipil kepada penulis.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Ibunda dan Ayahanda Rusmaida dan Asriel Nasution Selaku Kedua Orang

Tua yang Telah Merawat dan Membesarkan Saya.

9. Rekan-rekan seperjuangan dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu persatu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang membangun untuk menjadi Bahan pembelajaran berkesinambungan penulis dimassa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi Dunia Konstruksi Teknik Sipil.

Medan,

Saya yang menyatakan:

Rizky Aulia Nasution

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI	xiv
BAB 1	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Ruang Lingkup	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2	5
2.1 Beton Mutu Tinggi	5
2.2 Sifat-Sifat Beton	5
2.3 Semen	6
2.4 Bahan Tambah (Admixture)	7
2.5 Abu Ampas Tebu	7
2.6 Sikament NN	9
2.7 Kuat Tekan Beton	9
2.8 Sifat-sifat Fisis	12
2.9 Penelitian Terdahulu	12
BAB 3	16
3.1 Metode Penelitian	16

3.2 Tahapan Penelitian	16
3.3 Tempat dan waktu penelitian	17
3.4 Sumber Data dan Teknik Pengambilan Data	17
3.4.1 Data Primer	17
3.4.2 Data Sekunder	18
3.5 Alat dan Bahan	20
3.5.1 Alat	20
3.5.2 Bahan	21
3.6 Jumlah Benda Uji	21
3.7 Persiapan Penelitian	22
3.8 Pemeriksaan Agregat	22
3.8.1 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	22
3.8.2 Analisa Gradasi Agregat	23
3.8.3 Kadar Lumpur Agregat	23
3.8.4 Berat Isi Agregat	24
3.8.5 Kadar Air Agregat	24
3.9 Abu Ampas Tebu	25
3.10 Sikament NN	25
3.11 Mix Design	25
3.12 Pembuatan Benda Uji	25
3.13 Pemeriksaan Slump Test	27
3.14 Perawatan (<i>Curing</i>) Pada Benda Uji	28
3.15 Pengujian Kuat Tekan	28
BAB 4	29
4.1 Tinjauan Umum	29
4.2 Hasil Pemeriksaan Agregat	29
4.3 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus	29
4.3.1 Pengujian Analisa Saringan	29
4.3.2 Kadar Air	30
4.3.4 Berat Isi Agregat	32
4.3.5 Kadar Lumpur	33
4.4 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar	33

4.4.1 Pengujian Analisa Saringan	34
4.4.2 Kadar Air	35
4.4.3 Berat Jenis dan Penyerapan	36
4.4.4 Berat Isi	36
4.4.5 Kadar Lumpur	37
4.5 Perencanaan Campuran Beton	38
4.6 Kebutuhan Bahan	44
4.7 Slump Test	45
4.8 Pengujian Kuat Tekan	46
4.9 Perbandingan Kuat Tekan Beton Campuran Terhadap Beton Normal	47
BAB 5	49
5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	53

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Beton menurut kuat tekannya	5
Tabel 2.2	Berat jenis Beton	5
Tabel 2.3	Hasil pengujian Slump dan Kuat Tekan Beton	13
Tabel 3.1	Jumlah benda uji bahan tambah abu ampas tebu dan Sikament NN	20
Tabel 4.1	Hasil pengujian analisa agregat halus	27
Tabel 4.2	Hasil pengujian kadar air agregat halus	28
Tabel 4.3	Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus	29
Tabel 4.4	Lanjutan	29
Tabel 4.5	Hasil perhitungan berat isi agregat halus	29
Tabel 4.6	Hasil pengujian kadar lumpur agregat halus	30
Tabel 4.7	Hasil pengujian analisa saringan agregat kasar	30
Tabel 4.8	Hasil pengujian kadar air agregat kasar	32
Tabel 4.9	Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar	33
Tabel 4.10	Hasil pengujian berat isi agregat kasar	33
Tabel 4.11	Hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar	34
Tabel 4.12	Data yang digunakan	34
Tabel 4.13	Perkiraan kebutuhan air pencampuran dan kadar udara untuk berbagai slump dan ukuran nominal agregat maksimum batu pecah	35
Tabel 4.14	Lanjutan	35
Tabel 4.15	Hubungan antara rasio air semen dan kekuatan beton	36
Tabel 4.16	Volume agregat kasar per satuan volume beton	36
Tabel 4.17	Perkiraan awal berat beton segar	37
Tabel 4.18	Perbandingan campuran beton dengan dua cara	38
Tabel 4.19	Hasil perbandingan bahan campuran beton	38
Tabel 4.20	Kebutuhan bahan berbagai variasi campuran	39
Tabel 4.21	Nilai slump test	40
Tabel 4.22	Hasil perbandingan kuat tekan beton campuran terhadap beton normal	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Pengujian kuat tekan beton	10
Gambar 2.2	Grafik nilai slump terhadap variasi dosis Sikament NN	13
Gambar 2.3	Grafik hubungan kuat tekan beton dengan dosis Sikament	14
Gambar 3.1	Tahapan singkat penelitian yang dilaksanakan	18
Gambar 3.2	Benda uji silinder	24
Gambar 4.1	Grafik nilai slump	40
Gambar 4.2	Grafik kuat tekan rata-rata	41
Gambar 4.3	Grafik lingkaran hasil perbandingan kuat tekan terhadap Beton normal	42
Gambar L.1	Agregat kasar	47
Gambar L.2	Agregat halus	47
Gambar L.3	Abu Ampas Tebu	48
Gambar L.4	Semen	48
Gambar L.5	<i>Sikament NN</i>	49
Gambar L.6	Timbangan digital	49
Gambar L.7	Saringan	50
Gambar L.8	Pan	50
Gambar L.9	Cetakan (kerucut abram)	51
Gambar L.10	Tongkat pemadat	51
Gambar L.11	Gelas ukur	52
Gambar L.12	Pemasangan bekisting	52
Gambar L.13	Pengujian <i>slump test</i>	53
Gambar L.14	Proses pembuatan benda uji	53
Gambar L.15	Beton segar dimasukkan ke dalam bekisting	54
Gambar L.16	Beton yang telah dicetak	54
Gambar L.17	Benda uji silinder saat perendaman	55

Gambar L.18	Benda uji silinder ditimbang sebelum pengujian	55
Gambar L.19	Pengujian kuat tekan beton	56
Gambar L.20	Beton setelah diuji	56

DAFTAR NOTASI

f_c'	= Kuat tekan beton	(Mpa)
P	= Beban	(N)
A	= Luas penampang	(mm ²)
P	= Kadar air benda uji	(%)
w_1	= Massa benda uji	(gr)
w_2	= Massa benda uji kering oven	(gr)
A	= Berat benda uji kering oven	(gr)
B	= Berat piknometer berisi garam	(gr)
C	= Berat piknometer dengan benda uji dan air sampai batas pembacaan	(gr)
S	= Berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan	(gr)
w_3	= Berat contoh	(gr)
w_2	= Berat wadah	(gr)
w_1	= Berat contoh dan wadah	(gr)
V	= Volume wadah	(cm ³)
FM	= Modulus kehalusan	(%)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan salah satu bahan bangunan yang sangat penting dan banyak digunakan dalam pembangunan infrastruktur. Konstruksi beton bisa dijumpai dalam pembuatan bendungan, perkerasan kaku (Rigid Pavement), jembatan, pipa saluran, dan gedung-gedung pencakar langit. Kebutuhan beton akan terus meningkat seiring mengikuti perkembangan zaman. Kebutuhan material semakin meningkat seiring meningkatnya pembangunan konstruksi di Balikpapan. Pentingnya peranan konstruksi beton menuntut pada kualitas beton sehingga penggunaan mutu beton dengan kuat tekan yang tinggi menggunakan bahan yang memadai dan tentunya ekonomis.

Beton adalah campuran antara agregat kasar, agregat halus, semen, dan air serta ditambahkan dengan zat aditif jika diperlukan. Bahan penyusun utama dalam pembuatan beton salah satunya adalah semen. Kini industri semen telah mengeluarkan produk yang ramah lingkungan tanpa mengurangi mutu beton yang dihasilkan yaitu Portland Cement Composite (PCC), semen PCC saat ini banyak digunakan oleh konsumen konstruksi, sementara Ordinary Portland Cement (OPC) sudah jarang digunakan, dikarenakan harga yang mahal dan tidak lebih ramah lingkungan dibandingkan semen PCC.

Pada tahun 2030, pemerintah mencanangkan target sebesar 29% terhadap pengurangan emisi Gas Rumah Kaca. Hal itu dapat didukung dengan mengurangi konsumsi energi industri antara lain semen, kertas, baja dan lainnya. Potensi penurunan emisi CO₂ sebesar 3,34 juta ton dapat terpenuhi apabila penggunaan semen OPC (semen konvensional) digantikan dengan semen PCC (semen ramah lingkungan). Perbandingan kuat tekan beton antara semen PCC (Portland Cement Composite) dan OPC (Ordinary Portland Cement) belum banyak dikaji, oleh karena itu perlu dianalisa nilai kuat tekan antara kedua tipe semen (Kiptiah dan Giarto, 2023).

Untuk memperoleh bahan struktur tidak harus menggunakan bahan utama saja tetapi juga bisa digunakan bahan-bahan tambahan atau penunjang. Bahan-bahan yang sudah tidak terpakai atau kata lain kita kenal dengan limbah/sampah mulai banyak diincar sebagai bahan penunjang, selain murah dan sebagai bahan sisa-sisa buangan diusahakan agar limbah tersebut bisa mempunyai kegunaan lain yang mampu meningkatkan kualitas pemanfaatan lebih baik. Limbah tidak selamanya terbuang percuma. Kini, untuk membuat beton tak harus mengandalkan bahan-bahan beton konvensional yakni pasir, kerikil, dan semen. Berkat keuletan sejumlah peneliti, berbagai limbah bisa dimanfaatkan untuk itu. Memang tidak sembarang limbah bisa. Sebab, untuk dapat dijadikan bahan konstruksi ada syaratnya. Limbah itu tidak mengandung bahan berbahaya yang bisa mengganggu kesehatan, dan unsur-unsur yang dikandungnya tidak menimbulkan reaksi yang bertentangan dengan semen sebagai bahan perekatnya.

Ampas tebu (*baggage ash*) adalah campurandari serat yang kuat, yang mempunyai tingkat higroskopis yang tinggi, dihasilkan melalui penggilingan tebu. Ampas tebu sendiri merupakan hasil limbah buangan yang berlimpah dari proses pembuatan gula kurang lebih 30% dari kapasitas giling (Widodo, 2017).

Abu ampas tebu memiliki kandungan yang samadengan bahan utama pembentuk semen portlandyaitu silika (SiO_2) dan Ferrit (Fe_2O_3) sehingga dapatdijadikan sebagai pozolan yang selain menggantikan sebagian semen juga dapat meningkatkan kekuatantekan beton (Katrina, 2014; Saputra dkk., 2019)

Kemajuan teknologi beton telah menghasilkan bahan tambah (admixture) yang dapat membantu dalam menjaga kualitas dan kelecakan (workabilty) beton serta mempercepat pengerasan. Salah satu produk keluaran dari PT. Sika Indonesia adalah Sikament-NN, Sikament-NN merupakan superplasticizer yang sangat efektif dalam mengurangi jumlah air beton untuk membantu menghasilkan kekuatan awal dan kekuatan akhir tinggi. Namun untuk penggunaan di lapangan, pemilihan bahan tambah harus disesuaikan dengan situasi dan kondisi beton yang telah direncanakan. Pemakaian bahan tambah yang berlebihan juga akan mengakibatkan beton tidak ekonomis, mengingat harga dari suatu bahan tambah sangat mahal, (Megasari dan Winayati, 2017).

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang didapat berdasarkan latar belakang diatas adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh abu ampas tebu dan Sikament NN terhadap kuat tekan beton pada benda uji silinder ?
2. Perbandingan antara beton normal dan beton yang menggunakan bahan tambah abu ampas tebu dan *Sikament NN* pada uji kuat tekan beton ?

1.3 Ruang Lingkup

Mengingat luasnya ruang lingkup permasalahan yang ada pada penelitian ini, maka penulis membatasi permasalahan sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di Laboratorium Beton Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Metode perencanaan menggunakan SNI (Standar Nasional Indonesia).
3. Penelitian ini meninjau kuat tekan.
4. Semen yang digunakan adalah semen tipe 1 dengan merek padang
5. Persentase abu ampas tebu yang digunakan pada penelitian ini adalah 0%, 5%, 10%, dan 15% dari berat semen.
6. Persentase *Sikament NN* yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0,8% dari berat semen sebagai bahan tambah kimia pada campuran beton.
7. Umur beton yang diuji adalah 28 hari.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh abu ampas tebu dan *Sikament NN* terhadap Kuat Tekan beton pada benda uji silinder.
2. Untuk mengetahui hasil perbandingan beton normal dan beton yang menggunakan campuran abu ampas tebu dan *Sikament NN* pada uji kuat tekan beton.

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan limbah ampas tebu dapat digunakan sebagai bahan tambah dalam pembuatan beton. Hal ini mengingat banyaknya limbah ampas tebu yang jarang dimanfaatkan.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan laporan tugas akhir ini diuraikan menjadi lima bab dengan sistematika sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika pembahasan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menuangkan teori-teori yang menjadi landasan teori yang berhubungan dengan judul tugas akhir dan metode-metode perhitungan yang akan digunakan.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Pada bab ini menerangkan tempat dan waktu penelitian, sumber data, metode pengumpulan data dan metode analisis data.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan data-data hasil penelitian yang telah diperoleh dan dibuatkan pembahasan yang digunakan untuk memecahkan masalah.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi kesimpulan berdasarkan hasil dan pembahasan dan memberikan saran yang berkaitan dengan judul tugas akhir sebagai suatu usulan.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton Mutu Tinggi

Beton mutu tinggi adalah beton yang memiliki FAS rendah dan memiliki kekuatan tekan 40-80 Mpa, (Pranowo dkk., 2023).

2.2 Sifat-Sifat Beton

Menurut Tjokrodinuljo (2007), beton memiliki beberapa sifat yang dimiliki beton dan sering dipergunakan untuk acuan adalah sebagai berikut ini.

1. Kekuatan

Beton bersifat getas sehingga mempunyai kuat tekan tinggi namun kuat tariknya rendah. Oleh karena itu kuat tekan beton sangat berpengaruh pada sifat yang lain.

Tabel 2.1: Beton Menurut Kuat Tekannya.

Jenis Beton	Kuat Tekan (Mpa)
Beton Sederhana	Sampai 10 Mpa
Beton Normal	15 – 30 Mpa
Beton Prategang	30 – 40 Mpa
Beton Kuat Tekan Tinggi	40 – 80 Mpa
Beton Kuat Tekan Sangat Tinggi	>80 MPa

2. Berat Jenis

Tabel 2.2 Menjelaskan mengenai berat jenis beton yang digunakan untuk konstruksi bangunan.

Tabel 2.2: Berat jenis beton, (Tjokrodinuljo, 2007).

Jenis Beton	Berat Jenis	Pemakaian
Beton Sangat Ringan	< 1,00	Non Struktur
Beton Ringan	1,00 – 2,00	Struktur Ringan
Beton Normal	2,30 – 2,40	Struktur
Beton Berat	> 3,00	Perisai Sinar X

3. Modulus Elastisitas Beton

Modulus Elastisitas Beton tergantung pada modulus elastisitas agregat dan pastanya. Persamaan modulus elastisitas beton dapat diambil sebagai berikut (Tjokrodinuljo, 2007)

$$E_e = (W_e)^{1,5} \times 0,043 \sqrt{f''^c} \quad \text{untuk } W_e = 1,5-2,5$$

$$E_e = \sqrt{4700/f''^c} \text{ untuk beton normal}$$

Dimana :

E_e = Modulus Elastisitas Beton (MPa)

W_e = Berat jenis beton

f''^c = Kuat tekan beton (MPa)

4. Susutan Pengerasan

Volume beton setelah keras sedikit lebih kecil dari pada volume beton waktu masih segar, karena pada waktu mengeras beton mengalami sedikit penyusutan karena penguapan air. Bagian yang susut adalah pastanya karena agregat tidak merubah volume. Oleh karena itu semakin besar pastanya semakin besar penyusutan beton. Sedangkan pasta semakin besar faktor air semennya maka semakin besar susutannya.

5. Kerapatan Air

Pada bangunan tertentu sering beton diharapkan rapat air atau kedap air agar tidak bocor, misalnya : plat lantai, dinding basement, tandon air, kolam renang dan sebagainya, (Karimah dkk., 2020).

2.3 Semen

Semen adalah bubuk halus sebagai bahan pengikat yang diperoleh dengan klinker. Bubuk halus ini bila dicampur dengan air akan menjadi keras dan

digunakan sebagai bahan hidrolis. Spesifikasi semen mencakup 5 jenis, ASTM C 150- 07[3], diantaranya: 1. Tipe I, digunakan untuk umum; 2. Tipe II, digunakan untuk yang tahan terhadap sulfat sedang atau panas hidrasi sedang; 3. Tipe III, digunakan untuk yang memerlukan kekuatan awal tinggi; 4. Tipe IV, digunakan untuk yang memerlukan panas hidrasi rendah dengan kekuatan awal rendah; 5. Tipe V, digunakan untuk yang tahan terhadap kadar sulfat tinggi. Semen mengandung 20,60% SiO₂, 3,30% Fe₂O₃, 4,40% Al₂O₃, dan 62,90% CaO. (Atmaja dkk., 2021).

2.4 Bahan Tambah (Admixture)

Berdasarkan Nugraha, P. dan Antoni, (2007), admixture adalah material selain air, agregat dan semen hidrolik yang dicampur dalam beton atau mortar yang ditambahkan sebelum atau selama pengadukan berlangsung. Penambahan bahan tambah dalam sebuah campuran beton atau mortar tidak mengubah komposisi yang besar dari bahan lainnya, karena penggunaan bahan tambah ini cenderung merupakan pengganti atau substitusi dari dalam campuran beton itu sendiri. Karena tujuannya memperbaiki atau mengubah sifat dan karakteristik tertentu dari beton atau mortar yang dihasilkan, maka kecenderungan perubahan komposisi dalam berat volume tidak terasa langsung dibandingkan dengan komposisi awal beton tanpa bahan tambah. Secara umum bahan tambah yang digunakan dalam beton dapat dibedakan menjadi dua yaitu bahan tambah yang bersifat kimiawi (chemical admixture) dan bahan tambah yang bersifat mineral (additive). Menurut Aprilianti, S. Dan Nadia (2012), untuk menghasilkan beton dengan fas rendah namun tetap mudah dikerjakan maka dibutuhkan bahan tambah, salah satunya adalah menggunakan admixtur esuperplasticizer. Dengan kemampuan mengurangi penggunaan air yang tinggi, campuran beton dengan bahan tambah mampu menghasilkan kuat tekan beton yang lebih tinggi (Wiyono dkk., 2017).

2.5 Abu Ampas Tebu

Abu ampas tebu adalah hasil pembakaran ampas tebu dari proses

pembakaran. Pembakaran abu ampas tebu akan menghasilkan senyawa silika (SiO_2) sehingga bisa digunakan untuk bahan pengganti semen, Maulana[4]. Abu ampas tebu mengandung 42,47% SiO_2 , 1,69% Fe_2O_3 , 1,02% Al_2O_3 , dan 5,01% CaO , (Ardhiantika dkk., 2014).

Adapun proses terjadinya abu ampas tebu adalah sebagai berikut :

- Setelah tebu ditebang kemudian diangkut ke pabrik gula.
- Batang-batang tebu tersebut kemudian digiling untuk dikeluarkan air gulanya sehingga tersisa ampas tebu yang dalam keadaan kering.
- Ampas tebu ini kemudian dengan peralatan mekanik diangkut ke dapur pembakaran ketel-ketel uap.
- Apabila ampas tebu tersebut telah terbakar halus/ habis abu tersebut dikeluarkan dari dapur pembakaran untuk kemudian dibuang. Abu inilah yang merupakan limbah yang akan dimanfaatkan sebagai substitusi parsial semen dalam campuran beton.

Abu ampas tebu yang dihasilkan harus dibakar kembali dengan suhu pembakaran lebih dari 600°C sehingga abu ampas tebu mengalami perubahan warna dari yang semula berwarna hitam karena masih mengandung karbon berubah warna menjadi cokelat agak kemerahan di mana dalam keadaan ini abu ampas tebu memiliki kandungan silikat yang tinggi. Kemudian abu yang telah dibakar diayak pada ayakan no.200 untuk memperoleh ukuran butiran yang sama dengan semen. dengan butiran partikel yang halus maka hidrasi akan semakin cepat, karena hidrasi dimulai dari permukaan butir.

Saat awal pencampuran beton maka semen yang bercampur dengan air akan mengalami reaksi hidrasi awal di mana senyawa C_3S yang bereaksi dengan H_2O akan menghasilkan gel perekat yaitu $\text{C}_3\text{S}_2\text{H}_3$ yang merupakan senyawa yang mempengaruhi kekuatan terbesar beton dan juga akan melepaskan kapur $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yang tidak dikehendaki oleh beton yang telah mengeras karena tidak menambah kekuatan beton dan akan menimbulkan bintik-bintik putih pada permukaan beton. Dengan adanya abu ampas tebu yang mengandung SiO_2 yang digunakan pada campuran beton kemudian akan bereaksi dengan kapur $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yang dibebaskan dari reaksi hidrasi antara semen dengan air sehingga menghasilkan senyawa $\text{C}_3\text{S}_2\text{H}_3$ yang berfungsi sama seperti semen sebagai perekat sebagaimana

ditunjukkan dalam persamaan reaksi berikut.
 $3\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{SiO}_2 \rightarrow \text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ $3\text{CH} + 2\text{S} \rightarrow \text{C}_3\text{S}_2\text{H}_3$, (Rompas dkk., 2013)

2.6 Sikament NN

Menurut Data Teknis PT. Sika Indonesia (2011), Sikament-NN merupakan superplasticizer dengan pengurang air dalam jumlah besar dan mempercepat pengerasan beton. Cairan superplasticizer yang sangat efektif dengan aksi ganda untuk produksi beton yang mengalir atau bahan untuk mengurangi air beton untuk membantu menghasilkan kekuatan awal dan kekuatan akhir tinggi sesuai dengan ASTM C 494-92 type F, (Rompas dkk., 2013)

Sikament-NN digunakan sebagai superplasticizer dalam produksi beton yang mengalir dan sebagai bahan pengurang air untuk beton dengan kekuatan awal yang tinggi untuk :

- a. Beton pra-cetak
- b. Beton pra-tekan
- c. Jembatan dan struktur penyangga
- d. Area dimana cetakan atau bekisting harus cepat dipindahkan atau segera dibebani.

Sikament-NN memberikan keuntungan sebagai berikut :

- a. Sebagai superplasticizer
 - 1). Kelecekan (workability) meningkat tajam, memudahkan pengecoran untuk struktur ramping dengan penulangan yang rapat
 - 2). Mengurangi jumlah getaran yang dibutuhkan, waktu pengerasan normal tanpa perlambatan (retardation).
 - 3). Mengurangi resiko pemisahan (segregation) secara signifikan.
- b. Sebagai bahan pengurang air
 - 1). Pengurangan air hingga 20% akan memberikan peningkatan 40% kuat tekan dalam 28 hari.
 - 2). Kekuatan tinggi selama 12 jam.

2.7 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton dipengaruhi antara lain oleh kekuatan, tekstur permukaan,

kebersihan, bentuk partikel dan ukuran maksimum agregat pembentuk beton. Kuat tekan beton didapatkan dengan menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu atas benda uji silinder sampai hancur. Kuat tekan masing-masing benda uji ditentukan oleh tegangan-tegangan tekan tertinggi (f'_c) yang dicapai benda uji pada umur 28 hari akibat beban tekan selama percobaan yang dinyatakan dengan satuan N/mm² atau MPa (Mega Pascal).

Nilai uji tekan yang diperoleh dari setiap benda uji akan sering berbeda cukup jauh karena beton merupakan material heterogen, yang kekuatannya dipengaruhi oleh proporsi campuran, bentuk dan ukuran, komposisi material pembentuk beton, perbandingan airsemen dan kepadatan, umur beton, jenis dan jumlah semen, sifat agregat, kecepatan pembebanan serta kondisi pada saat pengujian.

Berdasarkan beban runtuh yang dapat diterima oleh benda uji, maka nilai kuat tekan beton struktural dapat dihitung dengan menggunakan rumus dibawah ini :

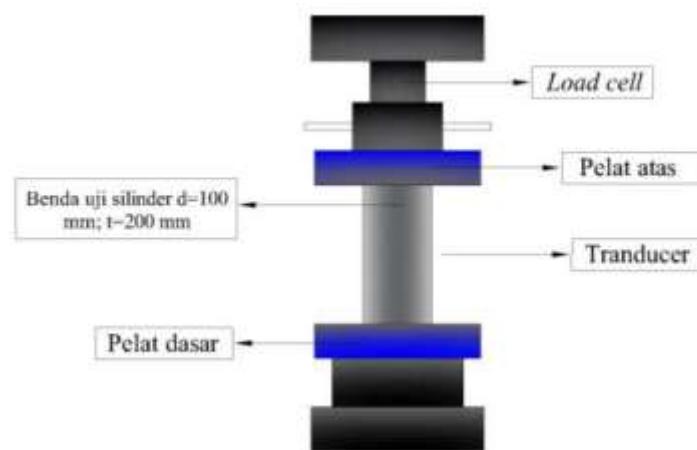
$$f'_c = \frac{P}{A} \quad (2.1)$$

Dimana :

f'_c = Kuat tekan beton [MPa]

P = Beban runtuh yang diterima oleh benda uji [kg]

A = Luas bidang tekan [mm²]



Gambar 2.1: Pengujian Kuat Tekan Beton.

2.8 Sifat-sifat Fisis

Agregat Pemeriksaan sifat fisis dilakukan untuk menentukan bahwa agregat yang digunakan memenuhi syarat sebagai bahan pembentuk beton. Pemeriksaan sifat fisis menggunakan metode American Society for Testing and Material (ASTM). 2.6 Kuat Tarik Belah Beton Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan berdasarkan standar ASTM C 496M-04[5], menggunakan benda uji silinder beton yang diletakkan pada arah memanjang diatas alat penguji kemudian beban tekan diberikan merata arah tegak dari atas pada seluruh panjang silinder. Tegangan tarik yang timbul sewaktu benda uji terbelah disebut sebagai split cylinder strength, diperhitungkan sebagai berikut: $f_t = 2.P / \pi L.D$

(2.2)

2.9 Penelitian Terdahulu

1. Penelitian Dari Eko Bagus Saputra Dengan Judul “ *Pengaruh Abu Ampas Tebu Terhadap Kuat Tekan Beton Sebagai Bahan Tambah Dalam Pembuatan Beton Normal* ”.

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada beton umur 28 hari dengan menggunakan Compression Testing Machine (CTM) untuk mengetahui besar kuat tekan maksimum yang dapat ditahan oleh beton sampai beton retak atau hancur. Rekapitulasi hasil uji kuat tekan dapat dilihat pada Tabel 3. Dari hasil uji kuat tekan beton umur 28 hari didapat kuat tekan beton rata-rata yakni dengan bahan tambah Abu ampas tebu 0 % menghasilkan kuat tekan beton 29,128 Mpa, untuk penambahan Abu ampas tebu 2,5% menghasilkan kuat tekan beton 16,27 Mpa, penambahan Abu ampas tebu 5% menghasilkan kuat tekan beton 18,07 Mpa, untuk penambahan Abu ampas tebu 7,5% menghasilkan kuat tekan beton 10,32 Mpa, dan penambahan Abu ampas tebu 10% menghasilkan kuat tekan beton 12,21 Mpa. Maka dapat disimpulkan kuat tekan beton pada umur 28 hari dengan bahan tambah Abu ampas tebu pada penelitian ini menghasilkan kuat tekan terbesar yakni 18,07 Mpa untuk kadar penambahan 5%.

Untuk penambahan pembuatan beton abu ampas tebu dengan kadar 1% Abu ampas tebu yang di tambahkan pada beton dibuat 1 buah benda uji tanpa menambahkan nilai fas atau air. Didapatkan nilai slump test yakni 0 cm serta nilai

kuat tekan pada umur 28 hari sebesar 13.44 Mpa. Maka jika dibandingkan dengan penambahan Abu ampas tebu 2.5% dan 5% Pada beton. Hasil dari penambahan 1% Abu ampas tebu pada beton kuat tekan yang dihasilkan lebih cenderung turun dibandingkan 2.5% dan 5%, (Saputra dkk ., 2019).

2. Penelitian Dari Hendarto, M. F. M., Dengan Judul “ *Pengaruh Substitusi Limbah Pecahan Keramik dan Abu Ampas Tebu Terhadap Kuat Tekan Pada Beton dan Mortar* “

Pengujian kuat tekan yang dilakukan menggunakan benda uji berbentuk kubus berukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm dengan umur 1, dan 28 hari. Pengujian dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM). Berdasarkan hasil dari pengujian kuat tekan mortar didapatkan hasil bahwa peningkatan kuat tekan mortar dengan substitusi abu ampas tebu cukup signifikan yaitu pada umur 1 hari sebesar 15%, sedangkan pada umur 28 hari sebesar 33,82%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tipe mortar pada variasi SPA tergolong mortar tipe S dengan kuat tekan minimumnya 12,5 MPa, cocok digunakan sebagai bahan pembuat bata ringan, batako, dan plesteran tembok bagian dalam maupun luar. Hasil ini senada dengan penelitian yang dilakukan oleh Mulyati dkk (2012), yaitu dengan substitusi abu ampas tebu sebesar 5%, 10%, dan 15% pada umur 28 hari didapatkan hasil bahwa peningkatan kuat tekan sebesar 7,69%, 14,28%, dan 26,83% dari mortar acuan, (Hendarto dkk., 2023).

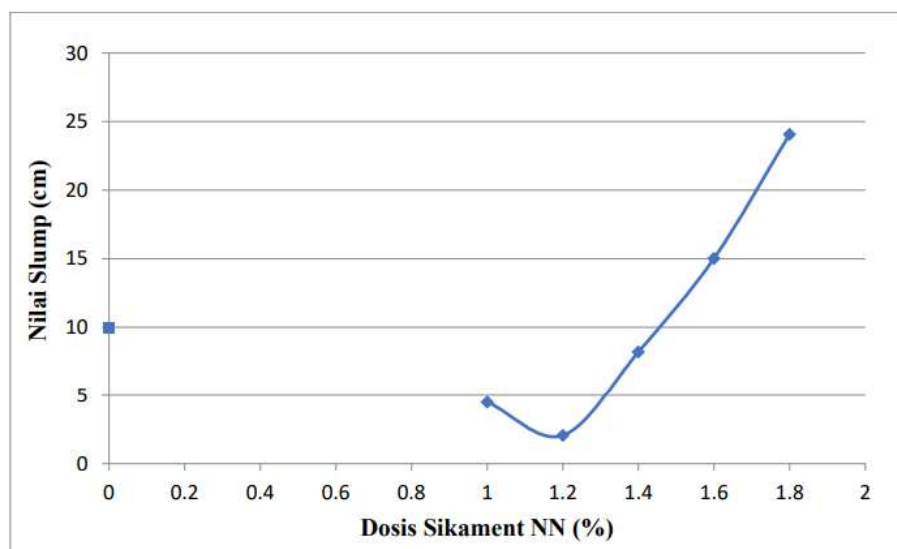
3. Penelitian Dari M. Rabbani Anugrahrosah., Dengan Judul “ *Pengaruh Penambahan Sikament NN Terhadap Karakteristik Beton Mutu Tinggi Dengan Penggunaan Satu Fraksi Agregat Kasar* ”.

Hasil pengujian slump dan kuat tekan beton dengan tambahan admixture Sikament NN dengan nilai faktor air semen (FAS) 0,31 dapat dilihat pada Tabel 8. Nilai kuat tekan yang diambil adalah rata-rata dari lima benda uji pada umur 28 hari untuk setiap variasi. Hasil dalam bentuk grafik diperlihatkan pada Gambar 2.2 dan Gambar 2.3.

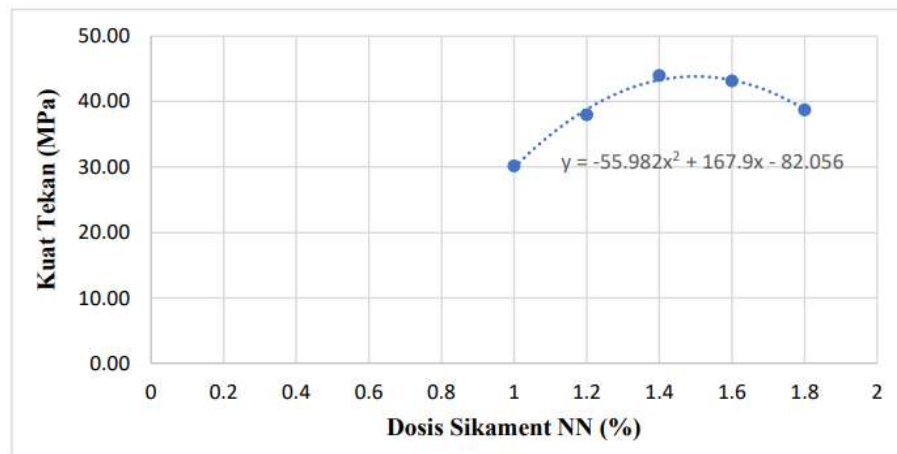
Tabel 2.3: Hasil Pengujian Slump dan Kuat Tekan Beton.

Kode Benda Uji	Dosis Sikament NN (%)	Nilai Slump (cm)	Kuat Tekan (MPa)
BU-00	0,0	10,00	25,350
BU-10	1,0	4,50	30,160
BU-12	1,2	2,06	37,971
BU-14	1,4	8,20	43,969
BU-16	1,6	15,03	43,177
BU-18	1,8	24,08	38,710

Hasil uji slump menunjukkan terjadinya peningkatan nilai slump yang signifikan terhadap beton normal pada dosis Sikament NN 1,6% dan 1,8% dengan nilai slump maksimum 24,08 cm pada beton dengan dosis Sikament NN 1,8%. Hal ini sesuai dengan fungsi Sikament NN sebagai superplasticizer dan merupakan bahan tambah tipe F (Water Reducing and High Range Admixture). Untuk benda uji BU-00 yang tanpa bahan tambah, dengan FAS 0,31, keadaan campuran betonnya masih menggumpal dan tidak dapat dikerjakan dan tidak menghasilkan nilai slump. Untuk itu ditambah air sebanyak 2,5 kg hingga mencapai nilai slump 10 cm.



Gambar 2.2: Grafik Nilai Slump terhadap Variasi Dosis Sikament NN.



Gambar 2.3:Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Dosis Sikament NN.

Hasil uji kuat tekan beton tanpa bahan tambah (beton normal/kontrol) sebesar 25,350 MPa. Adapun beton dengan bahan tambah Sikament NN kuat tekannya semuanya di atas kuat tekan beton normal. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan admixture Sikament NN dapat meningkatkan nilai kuat tekan beton. Kuat tekan beton maksimum didapat sebesar 43,96 MPa pada dosis Sikament NN 1,4% yang merupakan dosis optimum untuk kuat tekan beton dalam penelitian ini, (Beton dkk., 2024)

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode experiment, yaitu metode yang dilakukan dengan mengadakan kegiatan percobaan untuk mendapatkan data. Percobaan yang dilakukan berupa pembuatan beton dengan memanfaatkan abu ampas tebu dan menambahkan bahan kimia berupa *Sikament NN*.

3.2 Tahapan Penelitian

1. Persiapan

Dalam hal ini menyiapkan material yang akan digunakan seperti (agregat kasar, agregat halus, abu ampas tebu, dan *Sikament NN*). Penelitian akan dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

2. Pemeriksaan bahan material penyusun beton

Pemeriksaan bahan material ini ditujukan untuk memastikan apakah bahan penyusun beton telah memenuhi persyaratan yang telah ditentukan, apabila digunakan dalam pencampuran (mix design).

3. Perencanaan Campuran

Perencanaan campuran (mix design) dilakukan mengacu pada SNI 7656-2012. Perencanaan yang dilakukan berdasarkan hasil pemeriksaan dari masing-masing bahan sebelumnya untuk merencanakan pencampuran beton, mulai dari semen, agregat halus, agregat kasar, dan air. Hasil dari mix design ini berupa perbandingan antara bahan-bahan penyusun beton yang selanjutnya akan digunakan sebagai dasar dalam pembuatan benda uji.

4. Pembuatan Benda Uji

Pada tahapan ini dilakukan pekerjaan-pekerjaan sebagai berikut :

- a. Pembuatan adonan beton.
- b. Pengujian slump test yang mengacu pada SNI 1972:2008.
- c. Pengecoran ke dalam cetakan silinder.
- d. Pelepasan benda uji dari cetakan silinder

5. Perawatan Benda Uji

Pada bagian ini beton yang sudah didiamkan di cetakan dan sudah mengering, beton tersebut di angkat dari cetakan lalu dilakukan perawatan beton (curing). Perawatagjn tersebut dilakukan dengan cara merendam beton pada bak perendam dengan estimasi waktu 28 hari. Setelah selesai perawatan selama 28 hari, beton diangkat dari bak dan dikeringkan.

6. Pengujian Kuat Tekan Beton

Setelah semua prosedur pembuatan beton, kemudian dilakukan uji kuat tekan beton yang berfungsi untuk mengetahui berapa besar ketahanan beton setelah diberi beban-beban tertentu.

7. Pembahasan dan Laporan Akhir

Dengan diketahuinya nilai kuat tekan beton, maka telah selesai semua rangkaian dalam proses pembuatan beton. Hal yang dilakukan pada tahap akhir ialah mencatat, mengolah, dan mengevaluasi data yang telah didapatkan. Lalu selanjutnya melakukan penulisan dan bimbingan untuk laporan akhir tersebut.

3.3 Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan akan dilakukan selama kurang lebih 3 bulan.

3.4 Sumber Data dan Teknik Pengambilan Data

3.4.1 Data Primer

Data yang diperoleh dari hasil penelitian di Laboratorium, yaitu :

1. Analisa saringan agregat (SNI ASTM C136:2012)
2. Berat jenis dan penyerapan agregat kasar (SNI 1969, 2016)
3. Berat jenis dan penyerapan agregat halus (SNI 1970, 2016)
4. Pemeriksaan berat isi dan agregat (SNI 1973:2008)
5. Pemeriksaan kadar air agregat (SNI 1971, 2011)
6. Pemeriksaan kadar lumpur (SNI 03-4141, 1996)
7. Perencanaan campuran beton (Mix Design) (SNI 7656:2012)
8. Kekentalan adukan beton segar (slump) (SNI 1972:2008)
9. Pembuatan dan perawatan benda uji beton (SNI 2493:2011).
10. Spesifikasi bahan tambah untuk beton (SNI 03-2495-1991)

11. Uji kuat tekan beton (SNI 1974:2011).

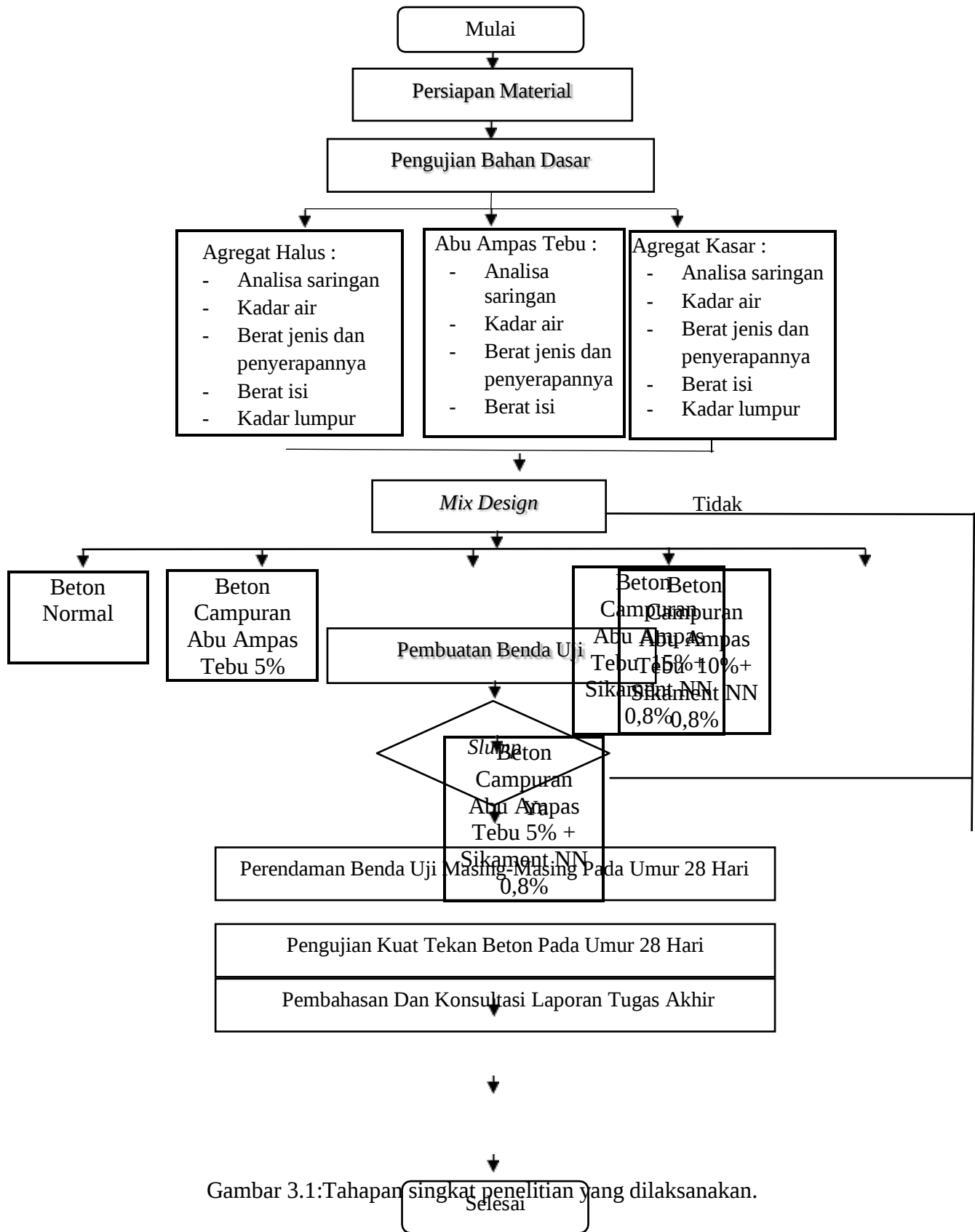
3.4.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku yang berhubungan dengan teknik beton (literatur), konsultasi langsung dengan Dosen Pembimbing, dan data-data teknis SNI 7656:2012 serta buku-buku SNI lainnya yang berhubungan dengan beton, konsultasi dengan dosen pembimbing secara langsung serta tim pengawas Laboratorium Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara sebagai penunjang guna untuk memperkuat suatu penelitian yang dilakukan. Metode penelitian dilakukan dengan cara membuat benda uji terlebih dahulu di Laboratorium Beton Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Benda uji dalam penelitian ini adalah beton normal yang menggunakan abu ampas tebu sebagai bahan tambah dengan variasi 5%, 10%, 15% dari berat semen yang digunakan dan penambahan *Sikament NN* sebagai bahan tambah kimia pada campuran beton dengan persentasi 0,8% dari berat semen. Sedangkan waktu pengujian yang dilakukan adalah setelah beton berumur 28 hari.

Persiapan material merupakan langkah awal dalam melaksanakan penelitian ini, setelah semua persiapan dilakukan maka dapat dilakukan pengujian material, pengujian material mencakup seluruh bahan dalam pembuatan beton yaitu pengujian agregat untuk memperkuat nilai kuat tekan dalam beton.

Jika semua tahap di atas telah dilakukan, maka langkah selanjutnya adalah melakukan *mix design*. Pada tahap ini semua bahan yang sudah diuji akan dicampur menjadi satu berdasarkan data yang telah didapat sebelumnya. Pada penelitian ini, *mix design* dibuat dalam dua variasi yaitu beton normal dan beton yang menggunakan campuran abu ampas tebu dan bahan tambah berupa *Sikament NN* campuran pasir pantai. Benda uji akan dibuat pada cetakan berbentuk silinder sebanyak 21 buah yang akan diuji pada umur beton 28 hari.

Selanjutnya pengujian benda uji yaitu kuat tekan beton, data-data yang diperoleh dari hasil pengujian dilampirkan di dalam pembahasan yang akan dihitung analisa datanya. Analisa data tersebut akan menjadi kesimpulan pada penelitian yang dilakukan. Tahap-tahap penelitian ini dapat dilihat secara skematis dalam bentuk bagan alir pada Gambar 3.1



3.5 Alat dan Bahan

Untuk memenuhi persyaratan yang berlaku, diperlukan peralatan dan bahan berkualitas tinggi untuk memaksimalkan hasil penelitian. Selain itu, laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara memuat sejumlah alat. Alat-alat berikut digunakan:

3.5.1 Alat

1. Kumpulan saringan agregat halus meliputi: Nomor.4, 8, 16, 30, 50, dan 100 Pan. Gradasi pasir yang digunakan diperiksa dengan filter ini.
2. Timbangan digital adalah alat untuk menimbang secara akurat bahan yang digunakan.
3. Gelas yang digunakan untuk mengukur air dan campuran dalam proyek beton yang memadat sendiri.
4. Stopwatch adalah alat yang digunakan untuk melacak durasi tes.
5. Piknometer dapat digunakan untuk mengukur berat jenis dan penyerapan pada pasir dan *Sikament NN*.
6. Sampel bahan dapat dikeringkan dalam oven.
7. Sampel air dapat disimpan dalam ember atau wadah.
8. Sebuah wadah plastik seberat 10 kg digunakan untuk menyimpan bahan-bahan yang sudah jadi.
9. Pan adalah alat yang digunakan untuk mencampur dasar beton segar.
10. Skop tangan dan alat cetok untuk meratakan permukaan beton dalam cetakan dan berfungsi sebagai pengaduk beton segar.
11. Selang adalah alat untuk mengosongkan air mixer dan membersihkannya.
12. *Bekisting* beton berbentuk silinder dengan tinggi 30 cm dan diameter 15 cm.
13. Dengan kuas dan Vaseline, cetakan beton dilapisi agar tidak lengket.
14. Seperangkat peralatan untuk pengujian aliran slump, yang meliputi: pelat, kerucut abrams dan penggaris
15. Mesin pengaduk digunakan untuk mencampur semua bahan menjadi satu untuk membuat adonan beton segar.
16. Bak rendam digunakan untuk merendam beton yang telah keluar dari cetakan.
17. Kuat tekan beton dapat diukur dengan menggunakan universal testing machine.

3.5.2 Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam pembuatan beton dengan bahan tambah berupa abu ampas tebu dan *Sikament NN* adalah sebagai berikut:

1. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah batu kerikil yang diperoleh dari Jl. Megawati, Kota Binjai dengan ukuran maksimum 20 mm

2. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini berupa pasir sungai dari kota Binjai.

3. Abu Ampas Tebu

Abu ampas tebu di dapat dari hasil pembakaran limbah tebu.

4. *Sikament NN*

Sikament NN yang di gunakan untuk campuran beton pada penelitian ini berasal dari panglong.

5. Air

Air yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Aman untuk diminum dan memenuhi persyaratan penggunaan air dalam beton.

3.6 Jumlah Benda Uji

Cetakan silinder dengan tinggi 30 cm, lebar 15 cm digunakan untuk membuat benda uji. Berikut jumlah benda uji dapat di lihat pada Tabel 3.1:

No	Kode Benda Uji	Agregat Kasar	Agregat Halus	Ampas Tebu	<i>Sikamaent NN</i>	Jumlah Sampel
1	BTN	100%	100%	0%	0%	3
2	BAT 5%	100%	95%	5%	0%	3
3	BATSM 5%	100%	95%	5%	0,8%	3
4	BATSM 10%	100%	90%	10%	0,8%	3
5	BATSM 15%	100%	85%	15%	0,8%	3
Jumlah						15

Tabel 3.1: Jumlah benda uji bahan tambah abu ampas tebu dan *Sikament NN*.

Keterangan :

BTN : Beton Normal

BATSM : Beton Ampas Tebu Sikament

3.7 Persiapan Penelitian

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

3.8 Pemeriksaan Agregat

3.8.1 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Berat jenis curah kering, berat jenis curah pada kondisi jenuh kering permukaan dan berat jenis semu adalah semua cara untuk mengukur berat jenis. Berdasarkan kondisi setelah direndam dalam air selama (24+4) jam, dilakukan pengukuran berat jenis curah (jenuh kering permukaan) dan penyerapan air. Berikut prosedur pengujian agregat kasar :

1. Benda uji dibersihkan terlebih dahulu untuk menghilangkan lumpur atau bahan lain yang menempel di permukaan.
2. Spesimen harus dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C sampai beratnya

masih tetap.

3. Setelah mengeluarkan spesimen dari oven, biarkan mendingin pada suhu kamar selama satu sampai tiga jam.
4. Benda uji kemudian ditimbang dengan ketelitian 0,5 gr (Bk). Spesimen kemudian harus direndam selama 24 sampai 4 jam dalam air suhu kamar.
5. Benda uji kemudian dikeluarkan dari air dan diseka dengan kain penyerap sampai lapisan air pada permukaan hilang (permukaan kering jenuh atau SSD).Setiap butiran besar harus dikeringkan secara terpisah.
6. Selanjutnya benda uji harus ditimbang dalam keadaan jenuh (BJ ssd).
7. Setelah benda uji dimasukkan ke dalam keranjang, benda uji dikocok untuk melepaskan udara yang terjat dan menentukan beratnya di dalam air, atau Ba.Untuk melakukan penyesuaian suhu standar 25 °C suhu air diukur.

3.8.2 Analisa Gradasi Agregat

Dengan menggunakan ayakan, analisis gradasi agregat dimaksudkan sebagai pedoman untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat halus dan kasar. Adapun pengujian gradasi agregat sebagai berikut:

1. Benda uji dikeringkan dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai beratnya tetap.
2. Tentukan berat yang dibutuhkan dengan cara menimbang benda uji. Setelah itu, atur filternya, mulai dari yang paling besar di atas. Panci kemudian diposisikan di bagian bawah. Agregat kemudian dimasukkan dari atas dan penutup filter digunakan untuk menutup bagian atas filter. Mesin pengayak digunakan untuk mengayak selama 15 menit agar hasil terpisah secara merata.
3. Berat agregat di setiap filter kemudian diukur.

3.8.3 Kadar Lumpur Agregat

Tujuan dari metode pengujian gumpalan lempung dan butiran rapuh pada agregat adalah sebagai acuan dan panduan untuk pengujian gumpalan lempung dan butiran rapuh pada agregat. Berikut prosedur pengujian kadar lumpur agregat:

1. Dengan massa 500 gram, benda uji dimasukkan kemudian ditimbang (W1).
2. Setelah itu ditambahkan air cucian secukupnya ke dalam wadah hingga

benar-benar merendam benda uji.

3. Ulangi langkah di atas hingga air cucian bersih dan wadah dikocok hingga kotoran pada benda uji hilang.
4. Setelah itu, semua bahan dimasukkan kembali ke dalam wadah dan ditempatkan di nampan dengan berat yang diketahui (W_2).
5. Benda uji kemudian dipanggang hingga tidak ada lagi bobot yang tersisa.
6. Timbang dan catat beratnya (W_3) setelah dikeringkan.
7. Kemudian tentukan berat bahan kering ($W_4 = W_3 - W_2$).

3.8.4 Berat Isi Agregat

Rumus perhitungan volume produksi campuran, kadar semen dan kadar udara dalam beton serta berat satuan campuran beton segar. Berikut adalah tata cara percobaan berat satuan agregat:

1. Mencatat berat silinder kosong (W_1) adalah langkah pertama.
2. Benda uji kemudian dimasukkan dengan hati-hati menggunakan sekop dari ketinggian maksimum 5 cm di atas silinder sampai penuh, menghindari pemisahan butiran.
3. Permukaan benda uji kemudian diratakan dengan penggaris leveling.
4. Silinder beserta isinya kemudian dicatat dan ditimbang (W_2).
5. Kemudian ditentukan berat benda uji ($W_3 = W_2 - W_1$).

3.8.5 Kadar Air Agregat

Langkah-langkah berikut dapat diambil untuk menentukan kadar air total agregat melalui pengeringan. Penentuan proporsi air yang dapat diuapkan melalui pengeringan dari sampel agregat. Berikut ini adalah prosedur percobaan untuk menentukan kadar air total:

1. Catat berat talem kosong (W_1).
2. Setelah itu, benda uji ditimbang dan dicatat bobotnya (W_2) sebelum dimasukkan ke dalam tray.
3. Kemudian ditentukan berat benda uji ($W_3 = W_2 - W_1$).
4. Spesimen kemudian dikeringkan di dalam oven pada suhu (110

- 5)°C dengan tray hingga beratnya tetap.
5. Ditimbang setelah dikeringkan kemudian baik spesimen maupun berat baki (W_4) dicatat.
 6. Berat spesimen kering kemudian dihitung ($W_5 = W_4 - W_1$).

3.9 Abu Ampas Tebu

Abu ampas tebu yang digunakan pada penelitian ini adalah abu ampas tebu yang didapat dari hasil pembakaran limbah tebu.

3.10 Sikament NN

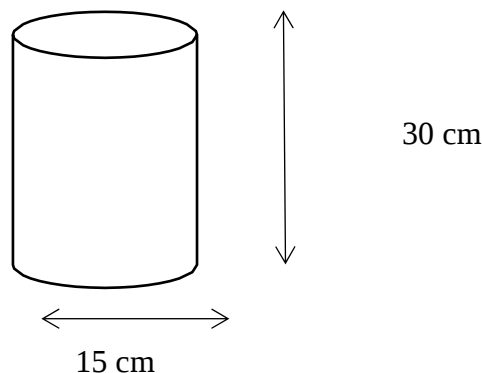
Dalam penelitian ini campuran kimia yang dikenal sebagai *Sikament NN* diperoleh panglong.

3.11 Mix Design

Ini menentukan persentase atau komposisi masing-masing komponen bahan pembentuk beton untuk menghasilkan campuran beton yang memenuhi kekuatan dan daya tahan yang diinginkan sekaligus dapat dikerjakan untuk memudahkan proses kerja.

3.12 Pembuatan Benda Uji

Benda uji yang dibuat adalah beton berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dan berjumlah 21 buah. Proses pembuatan benda uji ditunjukkan dengan gambar pada lampiran dengan menggunakan Abu Ampas Tebu dan *Sikament NN*.



Gambar 3.2: Benda uji silinder.

1. Mempersiapkan keperluan alat dan bahan yang akan digunakan dalam proses pembuatan uji.
2. Menimbang masing-masing bahan sesuai dengan yang telah ditentukan.
3. Menggunakan skrup dan kain lap, cetakan diterapkan dan vaseline diterapkan pada langkah-langkah selanjutnya.
4. Hidupkan mixer (mesin pengaduk).
5. Masukkan bahan dimulai dari air, agregat kasar, agregat halus, abu ampas tebu dan *Sikament NN* dari yang terberat hingga yang terkecil.
6. Kemudian masukkan abu ampas tebu dan *Sikament NN*.
7. Setelah itu masukkan air kedalam mesin pengaduk.
8. Memeriksa *slump flow* pada beton segar.
9. Masukkan campuran beton segar kedalam cetakan hingga penuh.
10. Ratakan permukaan pada cetakan dengan menggunakan sendok semen.
11. Mendinginkan beton selama 24 jam sampai beton mencapai kapasitas maksimalnya/ mengeras dengan sempurna.
12. Setelah kering, buka cetakan beton dan rawat beton (curing) dengan memasukkan beton ke dalam bak perendam selama 28 hari.
13. Setelah direndam selama 28 hari, kemudian angkat beton dan keringkan.
14. Melakukan uji kuat tekan beton.

3.13 Pemeriksaan Slump Test

Berikut langkah – langkah dengan pengujian slump test:

1. Kerucut Abrams dan pelat berukuran 1 m x 1 m direndam.
2. Tempatkan kerucut Abrams terbalik di tengah piring di atas bidang datar.
3. Setelah mengisi kerucut Abrams ke atas dengan campuran beton, ratakan dengan potongan dan diamkan selama satu menit. Saat menggunakan stopwatch untuk menghitung waktu penyebaran adukan, perlahan angkat kerucut Abrams ke atas.
4. Saat penyebaran adukan mencapai diameter 500 mm, hentikan stopwatch dan catat waktunya. Saat distribusi penyebaran berhenti, hentikan stopwatch dan catat waktunya.

5. Lebar campuran beton harus diukur secara vertikal dan horizontal dengan penggaris.
6. Tingkat kekentalan campuran dapat ditentukan dengan mengukur diameter distribusi, semakin besar diameternya maka semakin tipis campurannya.

3.14 Perawatan (*Curing*) Pada Benda Uji

Pedoman dalam SNI 2493:2011 menjadi landasan prosedur curing yang diterapkan pada benda uji dalam penelitian ini. Benda uji direndam dalam bak perendaman berisi air selama prosedur ini. Benda uji direndam setelah mencapai (28 hari). Proses perendaman benda uji ini terdiri dari langkah-langkah berikut:

1. Keluarkan benda uji dari cetakan.
2. Pastikan benda uji benar-benar kering.
3. Air bersih dari Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara ditambahkan ke dalam bak perendaman.
4. Tempatkan benda uji dengan hati-hati ke dalam bak perendaman.
5. Setelah direndam selama 27 hari, keluarkan benda uji pada hari ke 28.
6. Benda uji harus ditimbang setelah kering.

3.15 Pengujian Kuat Tekan

Hasil pengujian sampel beton digunakan untuk menentukan kuat tekan beton. Mesin kekuatan tekan beton digunakan untuk menguji sampel ini dengan secara bertahap meningkatkan beban pada tingkat yang telah ditentukan. Selain itu, retakan (crack) dibuat saat benda uji ditekan. Berikut langkah-langkah pengujian kuat tekan beton :

1. Membuat catatan benda uji, termasuk nomornya, tanggal pembuatan dan tanggal pengujian dibuat sebelum pelaksanaan pengujian.
2. Usahakan benda uji berada pada posisi tengah dengan menutupinya dengan pelat baja agar permukaan yang ditekan rata.
3. Catat beban maksimum yang dapat diterima pada setiap benda uji setelah menjalankan mesin penekan dengan laju kenaikan beban yang sama.

BAB 4

HASIL PENELITIAN

4.1 Tinjauan Umum

Sebuah data dari penelitian perlu dilakukan sebuah analisis dan pembahasan untuk memperoleh tujuan yang direncanakan. Pada bab ini akan dijabarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan peneliti di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang diawali dengan pemeriksaan bahan penyusun beton, perencanaan campuran beton, pencampuran bahan penyusun beton, dan pengujian beton yang telah dibuat.

4.2 Hasil Pemeriksaan Agregat

Pada pemeriksaan agregat, baik agregat halus maupun kasar dilakukan di laboratorium teknik sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dengan mengikuti panduan dari SNI tentang pemeriksaan agregat.

4.3 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

Pada penelitian ini digunakan agregat halus berupa pasir alam yang berasal dari Binjai. Secara umum mutu pasir Binjai sudah memenuhi kondisi untuk dapat dipergunakan menjadi bahan bangunan, adapun pemeriksaan yang dilakukan meliputi analisa saringan, kadar air, berat jenis dan penyerapan, berat isi, dan kadar lumpur.

4.3.1 Pengujian Analisa Saringan

Pelaksanaan pengujian analisa saringan berpedoman pada (SNI ASTM C136:2012). Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.1:

Tabel 4.1: Hasil pengujian anilisa agregat halus.

Saringan	Massa Tertahan	Jumlah Tertahan	Persentase Kumulatif (%)		Spesifikasi
mm(inci)	Gram (a)	Gram (b)	Tertahan (c)	Lolos (d)	
76,2 mm (3 inci)					
3,5 mm (2 1/2 inci)					
50,8 mm (2 inci)					
36,1 mm (1 1/2 inci)					
25,4 mm (1 inci)					
19,1 mm (3/4 inci)					
12,7 mm (1/2 inci)					
9,52 mm (3/8 inci)			0	100	
4,75 mm (No, 4)	10	10	1,64	98,36	
2,36 mm (No, 8)	54	64	10,49	89,51	
1,18 mm (No, 16)	118	182	29,84	70,16	
0,6 mm (No, 30)	142	324	53,11	46,89	
0,3 mm (No, 50)	136	460	75,41	24,59	
0,15 mm (No, 100)	86	546	89,51	10,49	
0,075 mm (No, 200)	58	604	99,02	0,98	
Pan	6	610	100,00	0,00	
Total	610	-	459,02		

Berdasarkan Tabel 4.1 maka diperoleh nilai modulus kehalusan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Modulus Kehalusan} &= \frac{\sum \text{Berat tertahan kumulatif}}{100} \\
 &= \frac{459,02}{100} \\
 &= 4,59
 \end{aligned}$$

Dari hasil pengujian didapat hasil Modulus Kehalusan sebesar 4,59. Nilai ini memenuhi persyaratan sesuai dengan ASTM C.33-97 yaitu 2,3-3,1.

4.3.2 Kadar Air

Pelaksanaan pengujian kadar air berpedoman pada (SNI 1971:2011). Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.2:

Tabel 4.2: Hasil pengujian kadar air agregat halus.

	Benda Uji ke 1	Benda Uji ke 2
Massa wadah + benda uji	1026 gr	1100 gr
Massa wadah	526 gr	526 gr
Massa benda uji (W_1)	500 gr	574 gr
Massa wadah + benda uji	1014 gr	1091 gr
Massa wadah	526 gr	526 gr
Massa benda uji Kering Oven (W_2)	488 gr	565 gr
Kadar air total (P) $\frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\%$	2,46%	1,59%
Kadar air total (P) rata-rata	2,03%	

Pengujian dilakukan sebanyak dua kali dengan pengujian pertama didapatkan hasil sebesar 2,46% sedangkan pengujian kedua didapatkan hasil sebesar 1,59%. Maka hasil kadar air rata-rata yang didapatkan dari analisa data yaitu sebesar 2,03%.

4.3.3 Berat Jenis dan Penyerapan Air

Pelaksanaan pengujian berat jenis dan penyerapan air berpedoman pada (SNI 1970:2016). Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.3:

Tabel 4.3: Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus.

Pengujian	Notasi	I	II	Satuan
Berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan	S	500	500	Gram
Berat benda uji kering oven	A	493	491	Gram
Berat piknometer yang berisi air	B	672	672	Gram
Berat piknometer dengan benda uji dan air sampai batas bacaan	C	1003	1011	Gram

Tabel 4.4:Lanjutan.

Perhitungan	Persamaan	I	II	Rata-rata
Berat jenis curah (S_d)	$\frac{A}{B+S-C}$	2,92	3,05	2,98
Berat jenis jenuh kering permukaan (S_s)	$\frac{S}{B+S-C}$	2,96	3,11	3,03
Berat jenis semu (S_a)	$\frac{A}{B+A-C}$	3,04	3,23	3,14
Penyerapan air (S_w)	$\frac{S-A}{A} \times 100\%$	1,42	1,83	1,63

Pengujian dilakukan sebanyak 2 kali dengan pengujian pertama didapatkan sebesar 2,96 gr/cm³ sedangkan pengujian kedua didapatkan sebesar 3,11 gr/cm³, maka rata-rata berat jenis jenuh kering permukaan (S_s) sebesar 3,03 gr/cm³. Penyerapan air untuk pengujian pertama didapatkan sebesar 1,42% sedangkan pengujian kedua sebesar 1,83%, sehingga rata-rata penyerapan air (S_w) rata-rata 1,63%.

4.3.4 Berat Isi Agregat

Pelaksanaan pengujian berat isi agregat berpedoman pada (SNI 1973-2008). Hasil dari pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.5:.

Tabel 4.5:Hasil perhitungan berat isi agregat halus.

Agregat Halus	Notasi	Lepas	Rojok	Goyang	Satuan
Berat wadah + isi	1	6238	6628	6814	Gram
Berat wadah	2	1763	1763	1763	Gram
Volume wadah	3	3315,84	3315,84	3315,84	Cm ³

Perhitungan	Persamaan	Lepas	Rojok	Goyang	Satuan
Berat contoh (4)	1-2	4475	4865	5051	Gram
Berat isi	4/3	1,35	1,47	1,52	Gram/cm ³
Rata-rata berat isi	1,45				Gram/cm ³
	1446,69				Kg/m ³

Pengujian dilakukan dengan tiga cara, cara lepas didapatkan berat isi sebesar $1,35 \text{ gr/cm}^3$, cara rojok sebesar $1,47 \text{ gr/cm}^3$, dan cara goyang sebesar $1,52 \text{ gr/cm}^3$. Maka rata-rata berat isi agregat halus sebesar $1,45 \text{ gr/cm}^3$.

4.3.5 Kadar Lumpur

Pelaksanaan pengujian kadar lumpur berpedoman pada (SNI 30-4142-1996). Hasil dari pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.6:

Tabel 4.6: Hasil pengujian kadar lumpur agregat halus.

Agregat halus lolos saringan No.4	Notasi	I	II	Satuan
Berat wadah + isi	W_1	1093	1081	Gram
Berat wadah	W_2	504	536	Gram
Berat contoh kering + wadah	W_3	1078	1071	Gram

Perhitungan	Persamaan	I	II	Rata-rata
Berat kering contoh awal (W_3)	$W_1 - W_2$	589	545	567,00
Berat kering contoh setelah di cuci (W_5)	$W_4 - W_2$	574	535	554,50
Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 (W_6)	$W_3 - W_5$	15	10	12,50
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200	$\frac{W_6 - W_3}{A} \times 100\%$	2,55	1,83	2,19

Pengujian dilakukan sebanyak dua kali dengan pengujian pertama didapatkan hasil sebesar 2,55% sedangkan pengujian kedua didapatkan hasil sebesar 1,83%. Maka hasil kadar lumpur rata-rata yang didapatkan dari analisa data yaitu sebesar 2,19%.

4.4 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

Pada penelitian ini digunakan agregat kasar berupa batu pecah yang berasal dari Binjai. Secara umum mutu batu pecah Binjai sudah memenuhi kondisi untuk dapat dipergunakan menjadi bahan bangunan, adapun pemeriksaan yang dilakukan meliputi analisa saringan, kadar air, berat jenis dan penyerapan, berat isi, dan kadar lumpur.

4.4.1 Pengujian Analisa Saringan

Pelaksanaan pengujian analisa saringan berpedoman pada (SNI ASTM C136:2012). Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.7:

Tabel 4.7:Hasil pengujian analisa saringan agregat kasar.

Saringan	Massa Tertahan	Jumlah Tertahan	Persentase Kumulatif (%)		Spesifikasi
			Tertahan (c)	Lolos (d)	
mm(inci)	Gram (a)	Gram (a)			
76,2 mm (3 inci)					
63,5 mm (2 1/2 inci)					
50,8 mm (2 inci)					
36,1 mm(1 1/2 inci)					
25,4 mm (1 inci)			0,00	100	
19,1 mm (3/4 inci)	3301	3301	63,91	36,09	
12,7 mm (1/2 inci)	1356	4657	90,16	9,84	
9,52 mm (3/8 inci)	112	4769	92,33	7,67	
4,75 mm (No.4)	76	4845	100,00	0	
2,36 mm (No.8)	-	-	100,00	0	
1,18 mm (No.16)	-	-	100,00	0	
0,6 mm (No.30)	-	-	100,00	0	
0,3 mm (No.50)	-	-	100,00	0	
0,15 mm (No.100)	-	-	100,00	0	
0,075 mm (No.200)	-	-	100,00	0	
Pan	320	5165	100,00	0	
Total	5165	-	846	8,46	

Berdasarkan Tabel 4.7 maka diperoleh nilai modulus kehalusan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Modulus Kehalusan} &= \frac{\sum \text{Berat tertahan kumulatif}}{100} \\ &= \frac{846}{100} \\ &= 8,46\end{aligned}$$

Dari hasil pengujian didapat hasil Modulus Kehalusan sebesar 8,46. Nilai ini melebihi batas yang diizinkan ASTM C.33-97, yaitu 6-7 sehingga gradasi agregat tersebut cenderung kasar.

4.4.2 Kadar Air

Pelaksanaan pengujian kadar air berpedoman pada (SNI 1971:2011). Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.8:

Tabel 4.8: Hasil pengujian kadar air agregat kasar.

	Benda Uji ke 1	Benda Uji ke 2
Massa wadah + benda uji	3617	3608
Massa wadah	526	526
Massa benda uji (W_1)	3091	3082
Massa wadah + benda uji	3600	3547
Massa wadah	526	526
Massa benda uji Kering Oven (W_2)	3074	3021
Kadar air total (P) $\frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\%$	0.6	2.0
Kadar air total (P) rata-rata	1.29	

Pengujian dilakukan sebanyak dua kali dengan pengujian pertama didapatkan hasil sebesar 0,6% sedangkan pengujian kedua didapatkan hasil sebesar 2,0%. Maka hasil kadar lumpur rata-rata yang didapatkan dari analisa data yaitu sebesar 1,29%.

4.4.3 Berat Jenis dan Penyerapan

Pelaksanaan pengujian berat jenis dan penyerapan air berpedoman pada (SNI 1969:2016). Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.9:

Tabel 4.9: Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar.

Pengujian	Notasi	I	II	Satuan
Berat benda uji kering oven	A	3098	3076	Gram
Berat benda uji Kering permukaan di udara	B	3109	3082	Gram
Berat benda uji di dalam air	C	1986	1967	Gram

Perhitungan	Persamaan	I	II	Rata-rata
Berat jenis curah (S_d)	$\frac{A}{B-C}$	2,76	2,76	2,76
Berat jenis jenuh kering permukaan (S_s)	$\frac{B}{B-C}$	2,77	2,76	2,77
Berat jenis semu (S_a)	$\frac{A}{A-C}$	2,79	2,77	2,78
Penyerapan air (S_w)	$\frac{B-A}{A} \times 100\%$	0,36	0,20	0,28

Pengujian dilakukan sebanyak 2 kali dengan pengujian pertama didapatkan sebesar 2,77 gr/cm³ sedangkan pengujian kedua didapatkan sebesar 2,76 gr/cm³, maka rata-rata berat jenis jenuh kering permukaan (S_s) sebesar 2,77 gr/cm³. Penyerapan air untuk pengujian pertama didapatkan sebesar 0,36% sedangkan pengujian kedua sebesar 0,20%, sehingga rata-rata penyerapan air (S_w) rata-rata 0,28%.

4.4.4 Berat Isi

Pelaksanaan pengujian berat isi agregat berpedoman pada (SNI 1973-2008). Hasil dari pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.10:

Tabel 4.10: Hasil pengujian berat isi agregat kasar.

Agregat Kasar	Notasi	Lepas	Rojok	Goyang	Satuan
Berat wadah + isi	1	6233	6437	6663	Gram
Berat wadah	2	1763	1763	1763	Gram
Volume wadah	3	3315,84	3315,84	3315,84	Cm ³

Perhitungan	Persamaan	Lepas	Rojok	Goyang	Satuan
Berat contoh (4)	1-2	4470	4674	4900	Gram
Berat isi	4/3	1,35	1,41	1,48	Gram/cm ³
Rata-rata berat isi		1,41			Gram/cm ³
		1411,81			Kg/m ³

Pengujian dilakukan dengan tiga cara, cara lepas didapatkan berat isi sebesar 1,35 gr/cm³, cara rojok sebesar 1,41 gr/cm³, dan cara goyang sebesar 1,48 gr/cm³. Maka rata-rata berat isi agregat halus sebesar 1,41 gr/cm³.

4.4.5 Kadar Lumpur

Pelaksanaan pengujian kadar lumpur berpedoman pada (SNI 30-4142-1996). Hasil dari pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.11:

Tabel 4.11: Hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar.

Agregat kasar lolos saringan $\frac{3}{4}$ inci	Notasi	I	II	Satuan
Berat wadah + isi	W ₁	3053	3063	Gram
Berat wadah	W ₂	531	502	Gram
Berat contoh kering + wadah	W ₄	3034	3045	Gram

Perhitungan	Persamaan	I	II	Rata-rata
Berat kering contoh awal (W ₃)	W ₁ -W ₂	2522	2561	2541,50
Berat kering contoh setelah di cuci (W ₅)	W ₄ -W ₂	2503	2543	2523,00
Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 (W ₆)	W ₃ -W ₅	19	18	18,50
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200	$\frac{W_6-W_3}{A} \times 100\%$	0,75	0,70	0,73

Pengujian dilakukan sebanyak dua kali dengan pengujian pertama didapatkan hasil sebesar 0,75% sedangkan pengujian kedua didapatkan hasil sebesar 0,70%.

Maka hasil kadar lumpur rata-rata yang didapatkan dari analisa data yaitu sebesar 0,73%.

4.5 Perencanaan Campuran Beton

Setelah pengujian agregat halus dan kasar selesai dilakukan, selanjutnya penulis akan menggunakan data-data tersebut untuk perencanaan campuran beton berdasarkan SNI 7656:2012. Adapun data-data yang akan digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.12:

Tabel 4.12: Data yang digunakan.

Data pengujian	Nilai
Mutu beton rencana	25 MPa
Berat kering oven agregat kasar	1232 kg/cm ³
Berat jenis semen tanpa tambahan udara	3,15
Modulus kehalusan agregat halus	2,60
Berat jenis (ssd) agregat halus	3,03 gr/cm ³
Berat jenis (ssd) agregat kasar	2,77 gr/cm ³
Penyerapan air agregat halus	1,63%
Penyerapan air agregat kasar	0,28%

Banyaknya masing-masing bahan per m³ beton dihitung sebagai berikut:

1. Slump yang disyaratkan 75 mm sampai dengan 100 mm.
2. Agregat yang digunakan memiliki ukuran nominal maksimum 19 mm.
3. Beton yang dibuat adalah beton tanpa tambahan udara, karena beton tidak akan terkena pemaparan tingkat berat. Dari tabel 4.14, banyaknya air pencampuran untuk beton tanpa tambahan udara dengan slump 75 mm sampai dengan 100 mm dan besar butir agregat maksimum yang dipakai 19 mm adalah 205 kg/m³.

Tabel 4.13:Perkiraan kebutuhan air pencampuran dan kadar udara untuk berbagai slump dan ukuran nominal agregat maksimum batu pecah.

Air (kg/m3) untuk ukuran nominal agregat maksimum batu pecah								
Slump (mm)	9,5 (mm)	12,7 (mm)	19 (mm)	25 (mm)	37,5 (mm)	50 (mm)	75 (mm)	150 (mm)
Beton tanpa tambahan udara								
25-50	207	199	190	179	166	154	130	113

Tabel 4.14:Lanjutan.

75-100	228	216	205	193	181	169	145	124
150-175	243	228	216	202	190	178	160	-
<u>>175*</u>	-	-	-	-	-	-	-	-
Banyaknya udara Dakan beton (%)	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	0,2
Beton dengan tambahan udara								
25-50	181	175	168	160	150	142	122	107
75-100	202	193	184	175	165	157	133	119
150-175	216	205	197	184	174	166	154	-
<u>>175*</u>	-	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah kadar udara yang disarankan untuk tingkat pemaparan sebagai berikut:								
Ringan(%)	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
Sedang (%)	6,0	5,5	5,0	4,5	4,5	4,0	3,5	3,0
Berat (%)	7,5	7,0	6,0	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0

4. Rasio air-semen untuk beton berkekuatan 25 Mpa adalah 0,61 berdasarkan Tabel 4.15:

Tabel 4.15: Hubungan antara rasio air-semen (w/c) atau rasio air-bahan bersifat semen $\{w/(c+p)\}$ dan kekuatan beton.

Kekuatan beton Umur 28 hari, Mpa*	Rasio air-semen (berat)	
	Beton tanpa tambahan Udara	Beton dengan tambahan Udara
40	0.42	-
35	0.47	0.39
30	0.54	0.45
25	0.61	0.52
20	0.69	0.60
15	0.79	0.70

5. Dari data yang diperoleh di langkah 3 dan langkah 4, banyaknya kadar semen adalah $205 / 0,61 = 336,07$ kg
6. Banyaknya agregat kasar diperkirakan dari tabel 4.16. Untuk agregat halus dengan modulus kehalusan 2,60 dan agregat kasar dengan ukuran nominal maksimum 19 mm, memberikan angka sebesar $0,66 \text{ m}^3$ untuk setiap m^3 beton.

Tabel 4.16: Volume agregat kasar per satuan volume beton.

Ukuran nominal agregat maksimum (mm)	Volume agregat kasar kering oven* persatuan volume beton untuk berbagai modulus kehalusan dari agregat halus			
	2.40	2.60	2.80	3.00
9.5	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	0.59	0.57	0.55	0.53
19	0.66	0.64	0.62	0.60
25	0.71	0.69	0.67	0.65
37.5	0.75	0.73	0.71	0.69
50	0.78	0.76	0.74	0.72
75	0.82	0.80	0.78	0.76
150	0.87	0.85	0.83	0.81

Dengan demikian, berat keringnya $0,66 \times 1231 = 788,04$ kg

7. Dengan sudah diketahuinya jumlah air, semen, dan agregat kasar, maka bahan lain yang akan digunakan untuk membuat 1 m^3 beton adalah agregat halus dan udara yang akan terperangkap. Banyaknya agregat halus dapat ditentukan berdasarkan berat atau volume absolut sebagai berikut:

7.1 Atas dasar massa (berat)

Tabel 4.17:Perkiraan awal berat beton segar.

Ukuran nominal maksimum agregat (mm)	Perkiraan awal berat beton, kg/m ³	
	Beton tanpa tambahan Udara	Beton dengan tambahan Udara
9.5	2280	2200
12.5	2310	2230
19	2345	2275
25	2380	2290
37.5	2410	2350
50	2445	2345
75	2490	2405
150	2530	2435

Dari tabel 4.17, massa 1 m^3 beton tanpa tambahan udara yang dibuat dengan agregat berukuran nominal maksimum 19 mm, diperkirakan sebesar 2345 kg. Untuk campuran percobaan pertama, pengaturan pasti nilai ini akibat adanya perbedaan slump, faktor semen, dan berat jenis agregat tidaklah begitu penting. Berat (massa) yang sudah diketahui adalah:

Air (berat bersih) : 205 kg
 Semen : 336,07 kg
Agregat kasar : 788,04 kg
 Jumlah : 1329,11 kg

Maka, berat (massa) agregat halus : $2345 - 1329,11 = 1015,89$ kg

7.2 Atas Dasar Volume Absolut

Dengan jumlah air, semen dan agregat kasar yang ada, dan perkiraan adanya udara terperangkap sebesar 1 persen diberikan dalam tabel 4.12 (berlawanan dengan udara yang ditambahkan), maka agregat halus dapat dihitung sebagai

berikut:

Volume air	$= 205 / 1000$	$= 0,205 \text{ m}^3$
Volume padat semen	$= 336,07 / (3,15 \times 1000)$	$= 0,107 \text{ m}^3$
Volume absolut agregat kasar	$= 788,04 / (2,77 \times 1000)$	$= 0,285 \text{ m}^3$
Volume udara terperangkap	$= 1\% \times 1$	$= 0,010 \text{ m}^3$
Jumlah volume padat bahan selain agregat halus	$= 0,205 + 0,107 + 0,285 + 0,010$	$= 0,607 \text{ m}^3$

$$\text{Volume agregat halus dibutuhkan} = 1 - 0,607 = 0,393 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Berat agregat halus kering yang dibutuhkan} &= 0,393 \times 3,03 \times 1000^3 \\ &= 1192,95 \text{ kg} \end{aligned}$$

7.3 Perbandingan berat campuran satu meter kubik beton yang dihitung dengan dua cara perhitungan di atas dapat dilihat pada Tabel 4.18:

Tabel 4.18:Perbandingan campuran beton dengan dua cara.

	Berdasarkan perkiraan massa beton (kg)	Berdasarkan volume absolute (kg)
Air (berat bersih)	205	205
Semen	336.07	336.07
Agregat kasar (kering)	788.04	788.04
Agregat halus (kering)	1015,89	1192,95

8. Koreksi terhadap kandungan air

Pengujian menunjukkan kadar air sebesar 2,03% pada agregat kasar dan 1,29% pada agregat halus. Jika proporsi campuran percobaan dengan anggapan berat (massa) yang digunakan, maka berat (massa) penyesuaian dari agregat menjadi :

$$\text{Agregat kasar (basah)} = 788,04 \times (1 + 0,0129) = 798,18 \text{ kg}$$

$$\text{Agregat halus (basah)} = 1015,89 \times (1 + 0,0203) = 1036,48 \text{ kg}$$

Air yang diserap tidak menjadi bagian dari air pencampur dan harus dikeluarkan dari penyesuaian dalam air yang ditambahkan. Dengan demikian, air pada permukaan diberikan dari agregat kasar $(1,29 - 0,28) = 1,01\%$; dari agregat

halus $(2,03 - 1,63) = 0,40\%$. Dengan demikian, kebutuhan perkiraan air yang ditambahkan:

$$205 - (788,04 \times 1,01\%) - (1015,89 \times 0,40\%) = 192,97 \text{ kg}$$

Perkiraan berat campuran untuk 1 m^3 beton dapat dilihat pada Tabel 4.19:

Tabel 4.19: Hasil Perbandingan Bahan Campuran Beton.

Semen	Pasir	Batu pecah	Air
336,07	1036,48	798,18	192,97
1	3,12	2,43	0,50

Maka jumlah yang dibutuhkan adalah $W_c = 2363,69 \text{ kg}$

4.6 Kebutuhan Bahan

Berdasarkan hasil perencanaan campuran beton, maka kebutuhan bahan untuk benda uji silinder sebagai berikut:

Tinggi silinder = $30 \text{ cm} = 0,30 \text{ m}$

Diameter silinder = $15 \text{ cm} = 0,15 \text{ m}$

$$\begin{aligned} \text{Volume silinder} &= \pi r^2 t \\ &= \frac{22}{7} \times \left(\frac{0,15}{2}\right)^2 \times 0,30 \\ &= 0,0053 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Kebutuhan bahan pada setiap variasi dapat dilihat pada Tabel 4.20:

Tabel 4.20: Kebutuhan bahan berbagai variasi campuran.

No	Kode Benda Uji	Semen + Abu Ampas Tebu + Sikament NN			Agregat Halus (kg)	Agregat Kasar (kg)	Air (kg)
		Semen (kg)	Abu Ampas Tebu (kg)	Sikament NN (kg)	Pasir Sungai (kg)		
1	BTN	100% 5,3422	-	-	100% 16,6677	100% 12,9742	100% 2,6635
2	BATSM 5%	95% 5,07509	5% 0,2671	0,8% 0,427	100% 16,6677	100% 12,9742	100% 2,6635

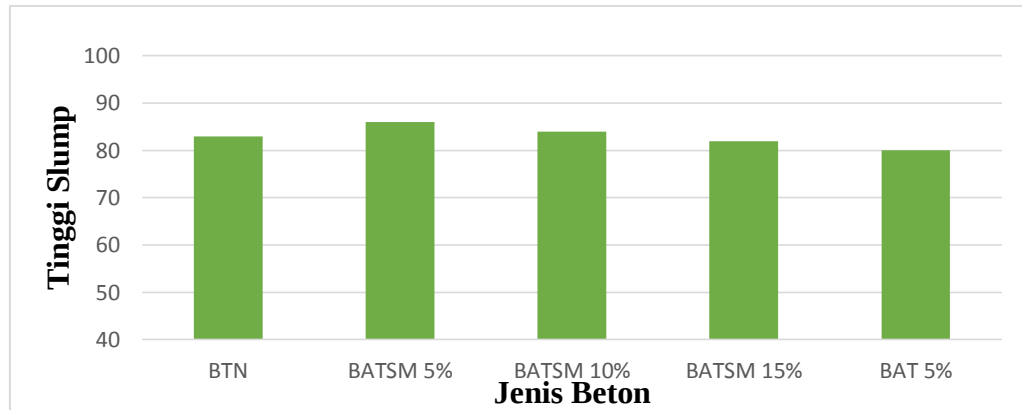
3	BATSM 10%	90% 4,80798	10% 0,5342	0,8% 0,427	100% 16,6677	100% 12,9742	100% 2,6635
4	BATSM 15%	85% 4,54087	15% 0,8013	0,8% 0,427	100% 16,6677	100% 12,9742	100% 2,6635
5	BAT 5%	95% 5,07509	5% 0,2671	-	100% 16,6677	100% 12,9742	100% 2,6635
Total		24,8412 3	1,8697	1,281	83,3385	64,871	2,6635

4.7 Slump Test

Pengujian slump dilakukan dengan kerucut abrams dengan cara mengisi kerucut abrams dengan beton segar sebanyak 3 lapis, tiap lapis kira-kira 1/3 dari isi kerucut pada tiap lapisan dilakukan penusukan/rojokan sebanyak 25 kali, tongkat penusuk harus masuk sampai bagian bawah tiap-tiap lapisan setelah pengisian selesai ratakan permukaan kerucut lalu angkat cetakan dengan jarak 300 mm dalam waktu 5 ± 2 detik tanpa gerakan lateral atau torsional. Selesaikan seluruh pekerjaan pengujian dari awal pengisian hingga pelepasan cetakan tanpa gangguan dalam waktu tidak lebih 2,5 menit, ukur tinggi adukan selisih tinggi kerucut dengan adukan adalah nilai dari slump.

Tabel 4.21: Nilai *slump test*

Jenis Beton	Nilai Slump (mm)
BTN	83
BATSM 5%	86
BATSM 10%	84
BATSM 15%	82
BAT 5%	80



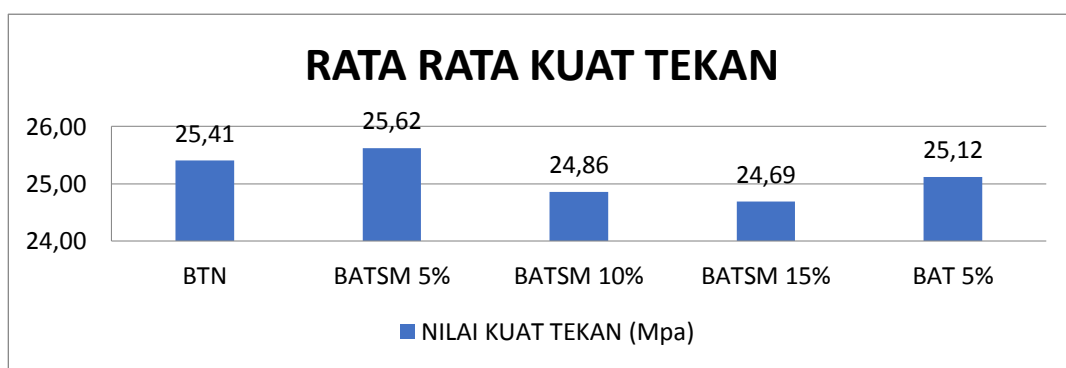
Gambar 4.1:Grafik Nilai Slump

4.8 Pengujian Kuat Tekan

Dari data yang diperoleh pada tabel diatas, didapatkan nilai kuat tarik belah dan nilai kuat tekan rata-rata dalam bentuk diagram seperti dibawah ini :

NO	KODE	UMUR	UKURAN BENDA UJI		BEBAN AKTUAL (N)	LUAS PENAMPANG MELINTANG (mm)	KUAT TEKAN (MPa)	RATA - RATA (MPa)
			Diameter	Tinggi				
1	BTN	28	150	300	449000	17671.46	25.41	25.41
2	BTN	28	150	300	448000	17671.46	25.35	
3	BTN	28	150	300	450000	17671.46	25.46	
4	BATSM 5%	28	150	300	445000	17671.46	25.18	25.62
5	BATSM 5%	28	150	300	443000	17671.46	25.07	
6	BATSM 5%	28	150	300	440000	17671.46	24.90	
7	BATSM 10%	28	150	300	441000	17671.46	24.96	24.86
8	BATSM 10%	28	150	300	439000	17671.46	24.84	
9	BATSM 10%	28	150	300	438000	17671.46	24.79	
10	BATSM 15%	28	150	300	435000	17671.46	24.62	24.69
11	BATSM 15%	28	150	300	436000	17671.46	24.67	
12	BATSM 15%	28	150	300	438000	17671.46	24.79	
13	BAT 5%	28	150	300	450000	17671.46	25.46	25.12
14	BAT	28	150	300	449000	17671.46	25.41	

	5%							
15	BAT 5%	28	150	300	451000	17671.46	25.52	



Gambar 4.2:Grafik kuat tekan rata-rata.

Berdasarkan data hasil pengujian kuat tekan belah beton, dapat dilihat pada variasi BATSM 15% mengalami penurunan paling besar diantara variasi lainnya, yaitu sebesar 3% dibandingkan dengan beton normal. Pada variasi BATSM 5% mengalami kenaikan paling besar, yaitu sebesar 1,2% dibandingkan dengan beton normal.

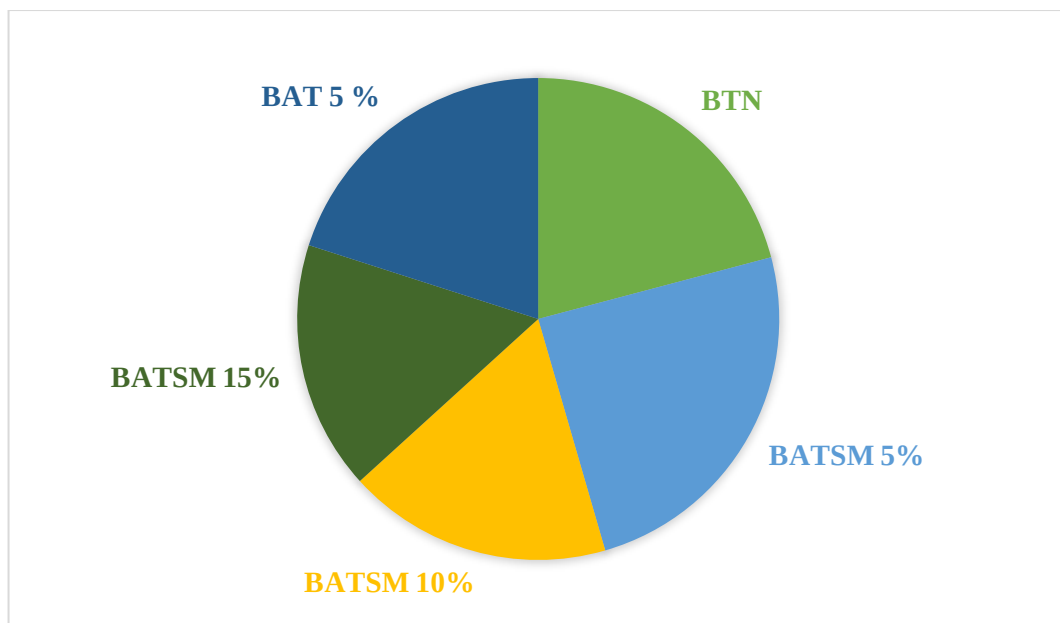
4.9 Perbandingan Kuat Tekan Beton Campuran Terhadap Beton Normal

Berikut ini merupakan hasil perbandingan antara kuat tekan beton campuran terhadap beton normal.

Tabel 4.22:Hasil perbandingan kuat tekan beton campuran terhadap beton normal

NO	Kode	Rata-rata	Hasil
----	------	-----------	-------

		(Mpa)	Perbandingan
1	BTN	25.41	1.00
2	BATSM 5%	25.62	1.18
3	BATSM 10%	24.86	0.85
4	BATSM 15%	24.69	0.80
5	BAT 5%	25.12	0.96



Gambar 4.3: Grafik lingkaran hasil perbandingan kuat tekan beton campuran terhadap beton normal.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Dari penelitian yang telah dilakukan, pengaruh Abu Ampas Tebu + *Sikament NN* terhadap kuat tekan beton pada benda uji silinder memiliki nilai yang termasuk tinggi. Pada variasi beton Abu Ampas Tebu + *Sikament NN*, mengalami kenaikan nilai kuat tekan beton. Hal ini disebabkan oleh Abu Ampas Tebu dan *Sikament NN* yang dapat menaikkan kualitas beton, namun jika terlalu berlebih membuat kuat tekan beton menjadi rendah dibandingkan Beton Normal.
2. Perbandingan antara beton normal dengan beton yang menggunakan campuran Abu Ampas Tebu tanpa bahan tambah pada BAT 5% adalah 1:0,96. Perbandingan beton normal dengan beton yang menggunakan campuran Abu Ampas Tebu serta bahan tambah berupa *Sikament NN* pada variasi BATSM 5% adalah 1:1,18, pada BATSM 10% adalah 1:0,85 dan pada BATSM 15% adalah 1:0,80

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 beton dengan menggunakan Abu Ampas Tebu sebagai bahan pengganti agregat halus dengan bahan tambah berupa *Sikament NN* lebih lanjut terhadap kuat tekan beton.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan Abu Ampas Tebu sebagai pengganti agregat yang lebih bervariasi, misalnya menggunakan *admixture* yang berbeda.
3. Diusahakan proses pemadatan setiap sampel dilakukan secara konsisten agar

didapatkan pepadatan yang sama di setiap benda uji sehingga didapatkan hasil yang lebih optimal

DAFTAR PUSTAKA

- Ardhiantika, P., Basuki, A., & Sunarmasto. (2014). Kajian kuat tekan, kuat tarik, kuat lentur dan redaman bunyi pada panel dinding beton ringan dengan agregat limbah plastik pet. *Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL*, 711, 711–717.
- Atmaja, S. H., Irwansyah, M., Sipil, P. T., Teknik, F., & Asahan, U. (2021). Analisa Kuat Tekan Beton menggunakan Agregat Halus Pasir Pantai Bunga dan Pasir Sungai. *BATAS Jurnal Bidang Aplikasi Teknik Sipil Dan Sains*, 1(1), 9–18. <http://jurnal.una.ac.id/index.php/batas/article/viewFile/2386/1849>
- Beton, K., Tinggi, M., Penggunaan, D., & Kasar, F. A. (2024). *Pengaruh Penambahan Sikament NN Terhadap Karakteristik Beton Mutu Tinggi Dengan Penggunaan Satu Fraksi Agregat Kasar*. 4(1), 35–42.
- Eko Bagus Saputra, Luky Indra Gunawan, & Hendramawat Aski Safarizki. (2019). 589-1278-1-Pb. *Pengaruh Abu Ampas Tebu Terhadap Kuat Tekan Beton Sebagai Bahan Tambah Dalam Pembuatan Beton Normal*, 1(2), 1–5.
- Hendarto, M. F. M., Nurchasanah, Y., Solikin, M., & Trinugroho, S. (2023). Pengaruh Substitusi Limbah Pecahan Keramik dan Abu Ampas Tebu Terhadap Kuat Tekan Pada Beton dan Mortar. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil UMS*, 146–150.
- Karimah, R., Rusdianto, Y., & Susanti, D. P. (2020). Pemanfaatan Serbuk Kulit Kerang Sebagai Pengganti Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Teknik Sipil : Rancang Bangun*, 6(1), 17. <https://doi.org/10.33506/rb.v6i1.1146>
- Kiptiah, M., & Giarto, R. B. (2023). Analisis Perbandingan Kuat Tekan Beton Semen OPC Dan Semen PCC Terhadap Pemanfaatan Sikament-Nn. *Techno (Jurnal Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purwokerto)*, 24(1), 27. <https://doi.org/10.30595/techno.v24i1.16800>
- Megasari, S. W., & Winayati, W. (2017). Analisis Pengaruh Penambahan Sikament-Nn Terhadap Karakteristik Beton. *SIKLUS: Jurnal Teknik Sipil*, 3(2), 117–128. <https://doi.org/10.31849/siklus.v3i2.398>
- Pranowo, D. D., Suryani, E., & Rahmadhani, C. P. (2023). Pengaruh Penggunaan Abu Ampas Tebu sebagai Pengganti Sebagian Semen Ditinjau Terhadap Kuat Tekan Mortar. *Jurnal Penelitian Inovatif*, 2(3), 477–484. <https://doi.org/10.54082/jupin.106>

- Rompas, G. P., Pangouw, J. D., Pandaleke, R., & Mangare, J. B. (2013). Pengaruh Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Sebagai Substitusi Parsial Semen Dalam Campuran Beton Ditinjau Terhadap Kuat Tarik Lentur Dan Modulus Elastisitas. *Jurnal Sipil Statik*, 1(2), 82–89.
- Wiyono, A., Karjanto, A., & ... (2017). Pengaruh Pengganti Sebagian Semen Dengan Abu Ampas Tebu Terhadap Kualitas Mortar Berdasarkan Kuat Tekan Dan Penyerapan Air. *EUREKA : Jurnal Penelitian Teknik Sipil Dan Teknik Kimia*, 1(1), 1–8. <https://publikasi.unitri.ac.id/index.php/teknik/article/view/619>
- A., Nugroho, F., Mulyati, M., & Fadhil Azman, H. (2023). Pengaruh Penambahan Silika Fume Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Teknologi Dan Vokasi*, 2(1), 9–16. <https://doi.org/10.21063/jtv.2024.2.1.2>
- Adiguna, A., & Wahyudi, A. (2020). Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Limbah Pabrik Gula Cinta Manis Kabupaten Ogan Ilir Sebagai Additive Beton. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 17(1), 46. <https://doi.org/10.31851/sainmatika.v17i1.3383>
- Aditya Pratama, E. C. (2023). Sebagai Bahan Tambahan Dalam Pembuatan Es Krim. *Library.Usd.Ac.Id*, 2(1). http://www.library.usd.ac.id/Data PDF/F. Keguruan dan Ilmu Pendidikan/Pendidikan Biologi/141434015_full.pdf
- Amiwarti, A., Kurniawan, R., & Muda, T. (2023). Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu Terhadap Kuat Tekan Beton K-250. *JUTEKS : Jurnal Teknik Sipil*, 8(1), 43. <https://doi.org/10.32511/juteks.v8i1.964>
- Ardiansyah, M., Meilawaty, O., Tekan, K., Gambut, A., & Tohor, K. (2023). PENGARUH PENAMBAHAN KAPUR TOHOR SEBAGAI PENCAMPUR AIR GAMBUT TERHADAP. 7(2), 122–128.
- Dwi Krisna, A., Winarto, S., & Ridwan, A. (2019). Penelitian Uji Kuat Tekan Beton Dengan Memanfaatkan Limbah Ampas Tebu Dan Zat Additif Sikacim Bonding Adhesive. *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil*, 2(1), 1. <https://doi.org/10.30737/jurmateks.v2i1.385>

LAMPIRAN



Gambar L.1 : Agregat kasar



Gambar L.2 : Agregat halus



Gambar L.3 : Abu Ampas Tebu



Gambar L.4 : Semen



Gambar L.5 : Sikament NN



Gambar L.6 : Timbangan digital



Gambar L.7 : Saringan



Gambar L.8 : Pan



Gambar L.9: Cetakan (kerucut abrams)



Gambar L.10 : Tongkat pemadat



Gambar L.11 : Gelas ukur



Gambar L.12 : Pemasangan bekisting



Gambar L.13 : Pengujian *slump test*



Gambar L.14 : Proses pembuatan benda uji



Gambar L.15 : Beton segar dimasukkan ke dalam bekisting



Gambar L.16 : Beton yang telah dicetak



Gambar L.17 : Benda uji saat perendaman



Gambar L.18 : Benda uji silinder ditimbang sebelum pengujian



Gambar L.19 : pengujian kuat tekan beton



Gambar L.20 : Beton setelah diuji

