



**PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON MENGGUNAKAN *VINASSE*
SEBAGAI BAHAN TAMBAH CAMPURAN BETON**

TUGAS AKHIR

Oleh
Moh. Karima
171903103042

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2020**



**PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON MENGGUNAKAN VINASSE
SEBAGAI BAHAN TAMBAH CAMPURAN BETON**

TUGAS AKHIR

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Diploma Tiga Teknik Sipil (D3) dan mencapai gelar Ahli Madya (A.Md).

Oleh
Moh. Karima
171903103042

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2020**

PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk :

1. Almarhum Bapak saya Budiharto dan Ibu saya Lilik Susilowati tercinta yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan dalam bentuk apapun, dorongan doa, motivasi, harapan, serta dukungan moral maupun materi sampai sekarang ini;
2. Bapak dosen pembimbing saya Dwi Nurtanto, S.T., M.T., dan Bapak Ir. Hernu Suyoso, M.T. yang selalu membimbing saya dalam hal pengerjaan tugas akhir ini hingga selesai;
3. Kakak saya Ariel Hidayat, Chaidir Iskandar, dan Ravi Shankar Talabani yang selalu meluangkan waktu serta tiada hentinta memberi semangat untuk membantu dalam segala hal dalam kehidupan saya;
4. Guru-guru saya sejak taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi yang memberikan ilmu yang bermanfaat dunia maupun akhirat;
5. Teman Tugas Akhir beton, Amrulloh Rahmanto, Beni Rizana, Ilham Gesit, dan Mufida Istiqomah yang selalu memberikan bantuan dan kemudahan dalam penyusunan Tugas Akhir ini;
6. Semua Sahabat dan Teman terdekat saya, kelas ipa 4 SMA 2 Jember, dan Diploma tiga teknik sipil 2017 yang tidak bisa saya sebutkan satu satu yang selalu memberikan semangat, kemudahan, dan kebersamaan yang tak terlupakan;
7. Teman-teman mahasiswa Teknik Sipil 2017 yang selalu memberikan motivasi dan semangat;
8. Almamater Jurusan Teknik Sipil dan Fakultas Teknik Universitas Jember.

MOTTO

“Jika seorang meninggal dunia, maka terputuslah amalannya kecuali tiga perkara (yaitu): sedekah jariyah, ilmu yang dimanfaatkan, atau doa anak yang sholeh.”

(HR. Muslim No. 1631)

“Menuntut ilmu adalah taqwa, Menyampaikan ilmu adalah ibadah, Mengulang-ulang ilmu adalah zikir, Mencari ilmu adalah jihad.” (Imam Al Ghazali)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Moh. Karima

NIM : 171903103042

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Pengujian Kuat Tekan Beton Menggunakan *Vinasse* Sebagai Bahan Tambah Campuran Beton.” Adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun. Saya bertanggung jawab penuh atas keabsahan dan keberanan isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar

Jember, 24 Juni 2020

Yang Menyatakan



Moh. Karima

NIM. 171903103042

TUGAS AKHIR

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON MENGGUNAKAN VINASSE
SEBAGAI BAHAN TAMBAH CAMPURAN BETON**



Oleh
Moh. Karima
NIM 171903103042

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dwi Nurtanto, S.T., M.T.
Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Hernu Suyoso, M.T.

PENGESAHAN

Tugas Akhir ini yang berjudul “Pengujian Kuat Tekan Beton Menggunakan *Vinasse* Sebagai Bahan Tambah Campuran Beton” telah diuji dan disahkan pada:

Hari : Senin

Tanggal : 20 Juli 2020

Tim Pembimbing:

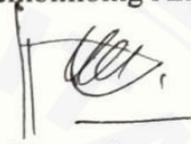
Pembimbing Utama



Dwi Nurtanto, S.T., M.T

NIP 197310151998021001

Pembimbing Anggota

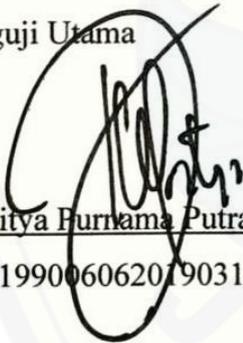


Ir. Hernu Suyoso, M.T

NIP 195511121987021001

Tim Penguji:

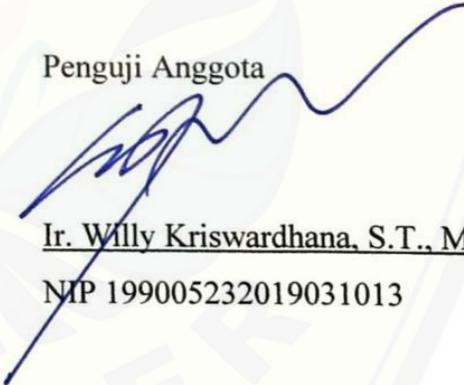
Penguji Utama



Paksitya Furnama Putra S.T., M.T

NIP 199006062019031022

Penguji Anggota



Ir. Willy Kriswardhana, S.T., M.T

NIP 199005232019031013

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Jember



Dr. Triwanjaja Hardianto, S.T., M.T

NIP 197008261997021001

RINGKASAN

Pengujian Kuat Tekan Beton Menggunakan *Vinasse* Sebagai Bahan Tambah Campuran Beton; Moh. Karima, 171903103042; 2020; 35 halaman; Diploma III Teknik Sipil Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Banyaknya jumlah penggunaan beton dalam dunia konstruksi mengakibatkan peningkatan kebutuhan material penyusun beton. Seiring dengan kemajuan zaman, banyak inovasi yang dikembangkan dalam pembuatan beton, yaitu penambahan bahan kimia pada beton. Tidak hanya bahan kimia yang dapat ditambahkan pada campuran beton, namun banyak penelitian yang meneliti dengan menambahkan bahan limbah pada campuran beton namun banyak penelitian yang meneliti dengan menambahkan bahan limbah pada campuran beton pada setiap kasus yang berbeda. Salah satu limbah yang belum begitu banyak diteliti sebagai bahan campuran beton yaitu cairan *vinasse*, yang merupakan hasil samping dari produksi fermentasi tetes tebu dan distilasi dari proses pembuatan bioetanol.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental *trial and error*, dengan benda uji silinder berukuran \emptyset 15 cm dan tinggi 30 cm. Komposisi dalam bahan tambah campuran beton yaitu *Vinasse*, *Sodium Naphatalene Formaldehyde (SNF)*, dan air. Variasi dalam penelitian ini yaitu campuran sebesar 3,5%; 5%; dan 6,5%. Perlakuan yang digunakan yaitu dengan cara perendaman pada air tawar, dan pengujian selama 14 dan 28 hari.

Hasil dari penelitian ini didapatkan bahwa penambahan campuran *Vinasse*, *Sodium Naphatalene Formaldehyde (SNF)*, dan air mempengaruhi kuat tekan beton. Pada bahan tambah umur 14 hari didapatkan nilai tertinggi pada variasi 5% yaitu sebesar 38,122 Mpa, dan untuk 28 hari didapatkan nilai tertinggi pada variasi 5% yaitu sebesar 42,463 Mpa. Dengan penambahan campuran *Vinasse*, *Sodium Naphatalene Formaldehyde (SNF)*, dan air dapat meningkatkan kuat tekan beton, hipotesis tersebut dikarenakan pada bahan *vinasse* terdapat kandungan lignin di mana *lignin* merupakan bahan baku pembuatan *lignosulfonat* yang digunakan sebagai zat tambahan pada *plasticizer* yang dapat meningkatkan kuat tekan beton.

SUMMARY

Concrete Compressive Strength Testing Uses *Vinasse* As Concrete Admixture Concrete Material; Moh. Karima, 171903103042; 2020; 35 pages; Diploma III Civil Engineering Department, Faculty of Engineering, University of Jember.

Many uses of concretes in the world construction has been increased the material requirements of concrete component. Many innovations have been developed in the manufacture of concrete, using chemicals as admixture concrete. Not only chemicals can be added to concrete mixes, but also many studies have been examined adding waste materials to concrete mixes in each that in a different case. One waste materials that not too much studied, is a concrete mixture contains *vinasse* liquid.

This research uses an experimental trial and error method, with a cylindrical test object measuring \varnothing 15 cm and a height of 30 cm. Composition of the admixture in which added are *Vinasse*, Sodium Naphthalene Formaldehyde (SNF), and water. Variation mixtures in this research are 3.5%; 5%; and 6.5%. The treatment used is by immersion in water and testing for 14 and 28 days.

The results in this studied that the admixture contains *Vinasse*, Sodium Naphthalene Formaldehyde (SNF), and water affected the compressive strength of concrete. On day 14, the highest value compressive strength of concrete was obtained at a variation of 5% which was equal to 38.122 MPa, and for 28 days the highest value obtained at a variation of 5% was 42.463 MPa. The admixture of *Vinasse*, Sodium Naphthalene Formaldehyde (SNF), and water can be increasing the compressive strength of concrete, the hypothesis happens because *vinasse* liquid contains lignin in which the main material for making lignosulfonate that is used as an additive in the plasticizer for increasing the compressive strength of concrete.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT. Atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Pengujian Kuat Tekan Beton Menggunakan Vinasse Sebagai Bahan Tambah Campuran Beton”. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan diploma tiga atau (D3) pada jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Triwahyu Hardianto, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Bapak Dr. Gusfan Halik, S.T., M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember;
3. Bapak Dwi Nurtanto, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing Utama, Bapak Ir. Hernu Suyoso, M.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota, Bapak Paksitya Purnama Putra, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji Utama, Bapak Ir. Willy Kriswardhana, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji Anggota, yang telah meluangkan waktu dan masukan dalam penulisan tugas akhir ini;
4. Ibu Sri Sukmawati, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
5. Bapak Moch. Akir, selaku Teknisi Laboratorium Struktur, yang telah membimbing selama penulis melakukan penelitian di Laboratorium;
6. Bapak maupun Ibu Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember beserta jajarannya yang banyak membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan tugas akhir ini. Akhirnya penulis berharap, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat.

Jember, 24 Juni 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
RINGKASAN/SUMMARY	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	01
1.1 Latar Belakang	01
1.2 Rumusan Masalah	02
1.3 Tujuan Penelitian	02
1.4 Manfaat Penelitian	02
1.5 Batasan Masalah.....	03
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	04
2.1 Pengertian Beton	05
2.2 Material Penyusun Beton.....	05
2.2.1 Semen Portland.....	05
2.2.2 Air.....	06
2.2.3 Agregat	06
2.3 Vinasse	08
2.4 Sodium Naphatalene Formaldehyde	10
2.5 Perencanaan Campuran Beton (<i>Mix Design</i>)	11
2.6 Slump	12
2.7 Kuat Tekan Beton	13
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....	14
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	15

3.1.1 Waktu Penelitian	15
3.1.2 Lokasi Penelitian	15
3.2 Persiapan Bahan Tambah Campuran Rencana	15
3.3 Proporsi Beton dengan Bahan Tambah Campuran Rencana..	16
3.4 Tahapan Rencana	17
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Pengujian Bahan Penyusun	20
4.1.1 Agregat Halus	20
4.1.2 Agregat Kasar	22
4.1.3 Semen	23
4.2 Perencanaan Campuran Rencana Bahan (<i>Mix Design</i>)	24
4.3 Hasil Uji Beton Segar	27
4.4 Metode Pengujian Kuat Tekan Beton	29
4.5 Korelasi Nilai Kuat Tekan Perhitungan dengan Lapangan	32
BAB 5.. PENUTUP	35
5.1 Kesimpulan	35
5.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN.....	38

DAFTAR TABEL

2.1	Komposisi <i>Vinasse</i>	10
2.2	Komposisi <i>Sulfphonate Naphatalenene Formaldehyde</i>	11
2.3	Nilai Slump Untk Berbagai Macam Struktur.....	13
3.1	Komposisi Campuran <i>Vinasse</i> yang Digunakan.....	16
3.2	Proporsi Campuran Beton Rencana	16
4.1	Hasil Uji Karakteristik Semen	24
4.2	Kebutuhan Bahan untuk Satu Meter Kubik	24
4.3	Kebutuhan Bahan untuk Total Benda Uji	25
4.4	Kebutuhan Bahan untuk Satu Benda Uji	25
4.5	Kebutuhan Bahan Campuran Pada Setiap Variasi Benda Uji.....	25
4.6	Kebutuhan Material Total Per Benda Uji	26
4.7	Hasil Uji Slump Pada Setiap Variasi	27
4.8	Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari	29
4.9	Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari	31
4.10	Mix Design beton normal dengan kebutuhan air vinasse 3,5%	32
4.11	Mix Design beton normal dengan kebutuhan air vinasse 5%	33
4.12	Mix Design beton normal dengan kebutuhan air vinasse 6,5%	33

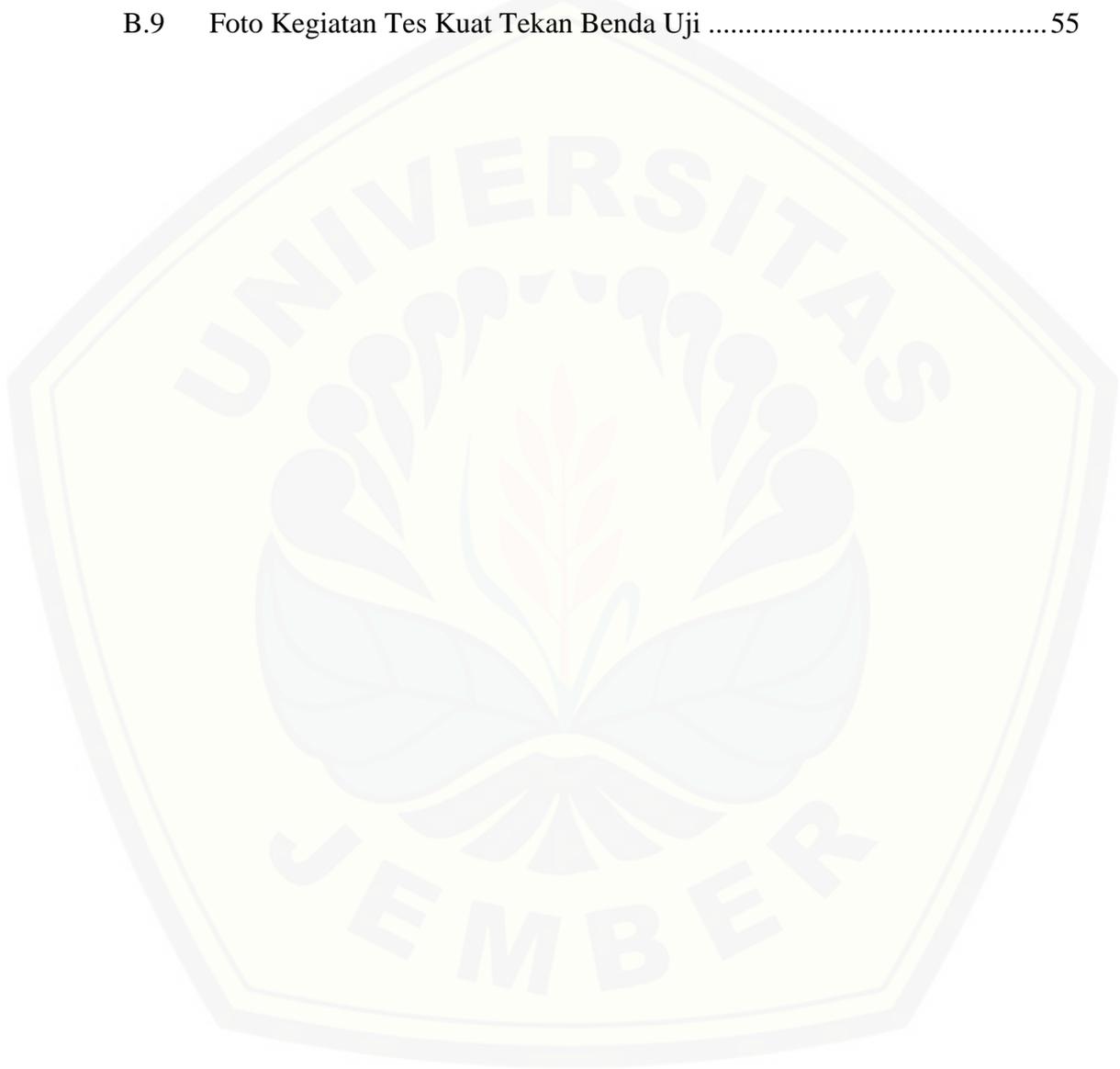
DAFTAR GAMBAR

2.1 Penampungan <i>Vinasse</i> dan Cairan <i>Vinasse</i>	9
2.2 <i>Sulfphonate Naphatalenene Formaldehyde</i>	10
2.3 Grafik untuk Menentukan factor air semen	12
2.4 Kerucut Terpancung.....	13
2.5 Pengujian Slump yang Akan Terjadi	13
2.6 Sketsa benda uji silinder diberi tekan	14
2.7 <i>Compression Testing Machine</i>	14
3.1 Diagram Alir	19
4.1 Grafik Zona 2 Agregat Halus.....	22
4.2 Grafik Zona Maksimal 20 mm Agregat Kasar.....	23
4.3 Karakteristik beton pada penambahan <i>vinasse</i>	27
4.4 Nilai <i>Slump</i> Setelah Penambahan Campuran <i>Vinasse</i> (VSA) pada Setiap Variasi	28
4.5 Penambahan air dan campuran <i>vinasse</i> untuk slump optimum	28
4.6 Grafik Rata-rata Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari.....	30
4.7 Grafik Rata-rata Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari.....	31
4.8 Grafik kuat tekan dengan fas berbeda.....	34
4.9 Grafik korelasi kuat tekan perhitungan dan lapangan.....	34

DAFTAR LAMPIRAN

A.1.1 Hasil Karakteristik agregat halus	38
A.1.2 Perhitungan Kelembapan Pasir	38
A.1.3 Perhitungan Berat Jenis Pasir	38
A.1.4 Perhitungan Air Resapan Pasir.....	38
A.1.5 Perhitungan Berat Volume Pasir	39
A.1.6 Perhitungan Kadar Lumpur Pasir	39
A.1.7 Perhitungan Analisa Saringan Pasir	39
A.1.8 Grafik Analisa Saringan Zona 2.....	40
A.2.1 Hasil Karakteristik agregat Kerikil	41
A.2.2 Perhitungan Kelembapan Kerikil	41
A.2.3 Perhitungan Berat Jenis Kerikil.....	41
A.2.4 Perhitungan Air Resapan Kerikil	41
A.2.5 Perhitungan Berat Volume Kerikil.....	42
A.2.6 Perhitungan Kadar Lumpur Kerikil.....	42
A.2.7 Perhitungan Analisa Saringan Kerikil.....	42
A.2.8 Grafik Analisa Saringan Maksimal 20 mm.....	43
A.2.9 Perhitungan Berat Jenis dan Volume Semen	43
A.3 Mix Design $f'c$ 30 MPa	44
A.4 Hasil Karakteristik Pasir dan Kerikil	44
A.5 Volume Silinder Bekisting Benda Uji.....	45
A.6.1 Proporsi Campuran untuk Meter Kubik	45
A.6.2 Proporsi Campuran untuk 1 benda uji (Terkoreksi).....	46
A.6.3 Proporsi Campuran variasi untuk 1 benda uji	46
A.7.1 Grafik Faktor Air Semen.....	47
A.7.2 Grafik Presentasi Agregat Halus	48
A.7.3 Grafik Berat Jenis Beton	48
B.1 Foto Kegiatan Pengujian Agregat Penyusun (Berat Jenis, Analisa Saringan, dan Penimbangan)	49
B.2 Foto Kegiatan Pengujian Mengukur Kadar Lumpur	50
B.3 Foto Kegiatan Perojokan Berat Volume	50
B.4 Foto Kegiatan Proses Pengecoran	50

B.5	Foto Kegiatan Penambahan Beberapa Material dan Campuran Vinasse Dalam Proses Pengecoran.....	51
B.6	Foto Kegiatan Melepaskan Benda Uji dari Bekesting	51
B.7	Foto Benda Uji yang Sudah Dilepas Kemudian Direndam dalam Kolam Air	52
B.8	Foto Kegiatan Menimbang Benda Uji.....	53
B.9	Foto Kegiatan Tes Kuat Tekan Benda Uji	55



BAB 1. PENDAHULUAN

1. 1 Latar belakang

Beton adalah hasil dari pencampuran bahan agregat kasar dan halus yaitu batu pecah, pasir, dan/atau bahan tambah, dengan menambahkan semen yang difungsikan sebagai pengikat dalam susunan campuran beton, dan air agar bereaksi dengan semen hingga terjadi proses pengerasan beton. Banyaknya macam-macam penggunaan beton dalam dunia konstruksi mengakibatkan butuhnya beton dengan kuat tekan tinggi namun dengan kebutuhan yang minim. Seiring dengan kemajuan zaman, banyak inovasi yang dikembangkan dalam pembuatan beton, yaitu penambahan bahan kimia pada campuran beton. Tidak hanya bahan kimia yang dapat ditambahkan pada campuran beton, namun banyak penelitian yang meneliti dengan menambahkan bahan limbah pada campuran beton pada setiap kasus yang berbeda. *Vinasse* merupakan limbah yang belum banyak diteliti yang digunakan untuk inovasi campuran beton.

Vinasse merupakan hasil samping dari produksi fermentasi *molasses* dan distilasi dari proses pembuatan bioetanol. *Molasses* atau tetes gula adalah hasil samping dari produksi pembuatan gula dalam industri pabrik gula. Pada cairan *vinasse* ini terdapat kandungan *lignin* yang merupakan bahan baku pembuatan *lignosulfonat*, di mana *lignosulfonat* digunakan sebagai zat tambah yang digunakan sebagai *plasticizer* (Falah F, 2012). Cairan *vinasse* yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah cairan *vinasse* yang berasal dari PT. Energi Agro Nusantara, Gedek, Mojokerto, Jawa Timur. Produksi rata-rata dari cairan *vinasse* di PT. Energi Agro Nusantara ini adalah sekitar 1.000 kiloliter per hari. Pada penelitian yang pernah dilakukan tentang penambahan cairan *vinasse* pada campuran beton, didapatkan bahwa dapat meningkatkan karakteristik beton lalu meningkatkan hasil kuat tekan dari beton normal tanpa cairan *vinasse* (Ahmed A.M dkk, 2017).

Berdasarkan tinjauan tersebut, mulai dari banyaknya benda sisa hasil (limbah) pakai akibat dari pembuatan bahan, hingga inovasi penambahan bahan limbah pada bahan campuran beton sebagai perkembangan teknologi beton, maka penelitian ini dimaksudkan dengan ditambahkan cairan *vinasse* sebagai bahan campuran beton untuk mengetahui potensi cairan *vinasse* terhadap kebutuhan air

pengaruh nilai *slump*, dan mutu kuat tekan beton. Penelitian ini dilakukan dengan beton tanpa bahan tambah akan dibandingkan dengan beton yang diberi bahan tambah cairan *vinasse* pada variasi persentase yang berbeda. Pada penelitian ini akan digunakan metode dengan kuat tekan pada umur 14 hari dan 28 hari.

1. 2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang maka dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Berapa kebutuhan air pada masing uji beton segar untuk mendapatkan nilai slump yang ditentukan?
2. Bagaimana pengaruh cairan *vinasse* sebagai bahan tambah campuran beton terhadap kuat tekan beton?

1. 3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini agar memudahkan dalam melaksanakan penelitian, maka dapat diambil tujuan sebagai berikut:

1. Mengetahui kebutuhan air pada uji beton segar untuk mendapatkan uji beton segar yang ditentukan.
2. Mengetahui kuat tekan yang dihasilkan oleh campuran beton dengan cairan *vinasse* sebagai bahan campuran beton dengan persentase yang berbeda.

1. 4 Manfaat Penelitian.

1. Memecahkan permasalahan yang ada dalam penambahan cairan *vinasse* sebagai bahan tambah campuran rencana beton agar mengetahui kebutuhan air untuk mencapai nilai slump yang ditentukan.
2. Memecahkan permasalahan yang ada dalam penambahan cairan *vinasse* untuk bahan tambah campuran rencana beton untuk mendapatkan kuat tekan yang diharapkan.

1. 5 Batasan Masalah

Ada batasan masalah ruang lingkup penelitian ini adalah:

1. Pengujian dan pembuatan beton dilakukan di Laboratorium Struktur Material, Fakultas Teknik, Universitas Jember.
2. *Vinasse* yang digunakan berasal dari PT. Energi Agro Nusantara.
3. Agregat Kasar yang digunakan dari PT. Sunan Muria.
4. Agregat Halus yang digunakan pasir Lumajang dari PT. Duta Beton.
5. Faktor Air Semen digunakan sesuai dengan perencanaan (*mix design*).
6. Perawatan benda uji dilakukan dengan perendaman air tawar.
7. Uji nilai *slump* dengan metode *Slump Test* dengan tinggi 100 mm±20 mm.
8. Uji kekuatan beton dengan kuat tekan umur pengujian 14 hari dan 28 hari.
9. Untuk perencanaan kuat tekan yaitu $f'c$ 30 Mpa, dengan benda uji berbentuk silinder ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu digunakan sebagai acuan untuk dilakukan penelitian sehingga dapat mempunyai bermacam teori yang digunakan dalam mendalami dan melaksanakan penelitian.

1. Pada penelitian dengan judul (*Improvement of the Concrete Characteristic by Using Sugar Industry Waste Vinasse*) , menurut A. Megahed Ahmed, Mohamed M. A, Omar A, F. dan Shawky MH (2017). Dalam penelitiannya mempelajari karakteristik beton dengan menggunakan bahan limbah *vinasse* yang merupakan hasil limbah produk bioetanol dari industri gula. Proporsi yang diteliti adalah bahan campuran *vinasse* dengan persentase 1,5%, 2%, dan 2,5%. Hal ini terbukti dari hasil utama bahwa *vinasse* telah meningkatkan karakteristik dan kekuatan tekan beton. Hasil ini dianggap menjanjikan untuk campuran semen pada umumnya.
2. Pada penelitian dengan judul (Pemanfaatan Tetes Tebu Sebagai Bahan Tambah dalam Campuran Beton), menurut Harii Ismumandar (2016), bahwa pada penambahan tetes tebu 0,05%, 0,4%, dan 1% dalam campuran beton dapat mengurangi porositas, dapat mempengaruhi pengikatan awal dan akhir pada *setting time*.
3. Pada penelitian dengan judul (Pemanfaatan Limbah Lignin dari Proses Pembuatan Bioetanol Dari Tkks Sebagai Bahan Aditif pada Mortar), Menurut Faizatul Farah (2012) bahwa dengan penambahan limbah *lignin* pada hasil pembuatan bioetanol dengan fas yang berbeda dapat meningkatkan kuat tekan dibandingkan dengan bahan yang dengan *lignosulfonat*.
4. Pada Penelitian dengan judul (Pengaruh bahan tambah *plasticizer* terhadap slump dan kuat tekan beton), menurut Rika Sylviana (2015) bahwa pada penambahan *plasticizer* jenis Ticosal BV membuat nilai *slump* menjadi besar pada campuran ke 3 (0,1%) dan campuran selanjutnya, sehingga dilakukan pengurangan air agar nilai slump sesuai dengan rencana, dengan pengurangan air sebesar 2,5%. Pengaruh *plasticizer* pada beton dapat meningkatkan kuat tekan.

2.1 Pengertian Beton

Beton adalah hasil dari pencampuran bahan agregat kasar dan halus yaitu batu pecah, pasir, dan/atau bahan tambah, dengan menambahkan semen yang difungsikan sebagai pengikat dalam susunan campuran beton, dan air agar bereaksi dengan semen hingga terjadi proses pengerasan. Beton yang merupakan struktur material memiliki banyak kelebihan yaitu, bisa dibuat langsung di tempat, mudah dalam pengerjaan dalam dicetak, awet terhadap api, dan kuat terhadap tekan. Beton juga memiliki beberapa kelemahan, yaitu getas setelah dibuat dan kuat tariknya yang lemah.

2.2 Bahan Penyusun Beton

Terdapat bahan-bahan sebagai penyusun campuran beton, bahan tersebut meliputi:

2.2.1. Semen Portland (PC)

Semen Portland berasal dari bubuk *klinker* yang sudah melalui proses penghalusan di mana hasil dari pembakaran bahan bahan yang terdapat kandungan silika, dan batuan *gypsum*. Kegunaan semen adalah sebagai bahan perekat pada agregat penyusun hingga membentuk suatu beton yang dapat mengisi rongga agregat yang kosong. Di Indonesia, perkembangan industri semen semakin meningkat, dengan pembagian tipe semen yang diproduksi dibagi menjadi 3 yaitu *Ordinary Portland Cement* (OPC), *Portland Composite Cement* (PCC) dan *Portland Pozzoland Cement* (PPC). *Portland Composite Cement* biasanya digunakan untuk konstruksi beton pada umumnya, seperti plesteran pasangan batu bata, pembuatan beton pracetak, dan paving block. *Portland Pozzoland Cement* (PPC) digunakan untuk bangunan yang bisa tahan terhadap asam sulfat dan panasnya hidrasi seperti jalan, jembatan dan bangunan air. *Ordinary Portland Cement* (OPC) adalah semen yang memiliki kadar silika yang tinggi di antara kedua macam semen, namun jarang diproduksi di dunia konstruksi. Namun tipe yang dapat sering ditemui yakni tipe PCC.

2.2.2. Air

Kegunaan air dan penyusun beton sangat penting, karena fungsi air sendiri digunakan sebagai reaktor dengan semen sehingga menjadi pasta yang dapat

mengikat agregat penyusun beton. Kebutuhan air dapat mempengaruhi terhadap kuat tekan beton saat pembuatan beton. ketika kebutuhan air melebihi, akan mengakibatkan beton menjadi *bleeding*, atau semen bersama air berada di permukaan campuran beton, sedangkan agregat berada di bawah permukaan, hal tersebut mengakibatkan tidak sempurnanya semen untuk mengikat agregat dan membuat kuat tekan beton menjadi kecil. Air pada campuran akan berpengaruh terhadap :

1. Kemudahan pekerjaan dalam pengadukan beton.
2. Nilai susut beton.
3. Reaksinya kepada semen.

2.2.3. Bahan Agregat

Agregat adalah batuan alam yang telah melalui mesin pemecah batu sehingga didapat hasil disintegrasi batu mineral. Agregat juga merupakan unsur terbanyak pengisi pada beton, dan kandungan agregat beton dapat mencapai sebesar 80% dari total volume beton. Agregat dibedakan menjadi dua macam yaitu agregat kasar dan agregat halus.

Untuk mendapatkan hasil beton dengan susunan yang baik, dibutuhkan gradasi agregat penyusun yang baik. Dengan kegunaan batuan terhadap campuran beton sebagai :

1. Mengurangi kebutuhan semen.
2. Mendapatkank kuat tekan beton yang tinggi.
3. Mengatur pengerjaan adukan beton dengan gradasi bahan yang baik.

Agregat dibedakan menjadi dua, yaitu agregat kasar dan halus.

a. Pasir Alam (Agregat Halus)

Menurut SNI 03-6820-2002, agregat halus merupakan pasir alam hasil kehancuran alami atau pasir buatan yang berasal dari mesin pemecah batuan, dengan ukuran kecil dengan minimum 0,15mm hingga maksimum 5 mm. Pasir yang baik digunakan dalam beton yaitu tidak lempung, dan bebas bahan organik.

Pembagian kelompok pasir menurut SK-SNI-T-15-1990-03 dibagi menjadi empat jika berdasarkan gradasinya, yaitu pasir agak halus, halus, agak kasar dan kasar. Syarat agregat halus agar sesuai dengan kebutuhan beton yaitu:

1. Butiran agregat halus harus keras dan tajam, untuk butiran yang keras dapat membuat beton yang keras, sedangkan untuk butiran tajam untuk agregat yang baik.
2. Butiran agregat halus harus butiran yang susah hancur oleh banyak kondisi seperti cuaca, akhirnya beton yang dihasilkan tahan terhadap kondisi cuaca.
3. Kadar lumpur Agregat halus tidak boleh melebihi 15% dari berat kering pasir, karena lumpur dapat menghalangi pasir agar dapat diikat oleh pasta air, jika kadar lumpur melebihi maka kualitas beton akan rendah.
4. Agregat halus tidak boleh mengandung bahan organik terlalu banyak.

b. Kerikil Pecah (Agregat Kasar)

Kerikil pecah atau agregat kasar adalah pecahan batu alami atau buatan dengan ukuran antara 5 mm hingga 40 mm. Agregat kasar harus dapat mudah mengisi celah lolos pada beton. Syarat agregat kasar agar sesuai dengan kebutuhan beton yaitu:

1. Agregat kasar harus keras karena kerikil tidak boleh hancur oleh pengaruh cuaca, dan tidak boleh berpori karena dapat membuat tembus air dimana dapat mempengaruhi kuat tekan beton.
2. Agregat kasar tidak boleh banyak mengandung organik.
3. Bentuk tajam pada agregat kasar dapat mempengaruhi kuat tekan karena bentuk tajam dapat membuat ikatan yang baik sehingga pasta semen mudah mengikat dengan baik.
4. Kadar lumpur Agregat tidak boleh lebih dari 10% dari berat kering kerikil, karena lumpur dapat menghalangi kerikil agar dapat diikat oleh pasta air, jika kadar lumpur melebihi maka kualitas beton akan rendah.

Ukuran agregat kasar atau kerikil dapat mempengaruhi pada kuat tekan, karena semakin besar ukuran agregat kasar maka hanya memerlukan pasta semen sedikit, karena hanya mengisi sebagian rongga beton, apabila ukuran agregat kasar kecil maka membutuhkan pasta semen yang banyak. Keadaan tersebut dapat membuat kuat tekan beton menjadi lebih tinggi.

2.3 Vinasse

Vinasse merupakan hasil samping dari produksi fermentasi *molasses* dan distilasi dari proses pembuatan *bioetanol*. *Molasses* atau tetes gula adalah hasil samping dari produksi pembuatan gula dalam industri pabrik gula, di mana dibuat dari bahan tebu yang biasanya digunakan sebagai bahan pakan ternak atau pupuk tumbuhan. Pada cairan *vinasse* ini terdapat kandungan *lignin* yang merupakan bahan baku pembuatan *lignosulfonat*, di mana *lignosulfonat* dipakai pada plasticizer sebagai zat cairan tambahan. Produksi etanol untuk setiap literinya dapat menghasilkan *vinasse* sebanyak 13 liter. Maka semakin banyak etanol yang diproduksi maka tingkat produksi *vinasse* akan semakin banyak. Jika *vinasse* tidak ditangani dengan baik akan menjadi permasalahan untuk kemudian hari dan berdampak pada lingkungan. Cairan *vinasse* yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah cairan *vinasse* yang berasal dari PT. Energi Agro Nusantara, Gedek, Mojokerto, Jawa Timur.

PT Energi Agro Nusantara (Enero) merupakan anak perusahaan PT Perkebunan Nusantara X (PTPN X) dan cucu perusahaan Perkebunan Nusantara, salah satu Badan Usaha Milik Negera (BUMN). Berlokasi di Kabupaten Mojokerto, Provinsi Jawa Timur. Perusahaan ini bergerak di bidang industri ethanol dan derivatifnya. Kapasitas produksi 100 Kiloliter per hari ethanol dengan bahan baku molase atau tetes tebu yang merupakan hasil samping pabrik gula. Etanol yang diproduksi memiliki kandungan etanol 99,5% yang diperuntukkan sebagai *blending* bahan bakar, sehingga dihasilkan energi yang ramah lingkungan. Secara umum, proses produksi ethanol diawali proses fermentasi, destilasi sampai dengan dehidrasi. Setelah dihasilkan ethanol, terdapat hasil samping lainnya, yeast mud, yang kaya protein baik untuk bahan baku pakan ternak. Kandungan protein berkisar 5-10%, dengan kapasitas 3 m³ per hari. Hasil samping lainnya, stillage yang dimanfaatkan sebagai sumber bahan baku proses produksi biogas. Volume stillage yang dihasilkan, sekitar 9 kali lipat produk ethanol yang dihasilkan. Dari proses ini dihasilkan biogas yang dapat digunakan untuk bahan bakar boiler dan listrik untuk memenuhi sebagian energi operasional di pabrik bioethanol. Dengan kapasitas flow biogas 16.500-29.500 Nm³.

Vinasse, atau *stillage* adalah hasil samping akhir dari proses pengolahan bioethanol. Sifat fisik *vinasse* adalah cairan dengan warna cokelat dengan berat jenis 1,04 g/cm³. Kandungan yang dihasilkan bergantung terhadap bahan dalam

pembuatan ethanol, cara mengolah etanol sampai kegunaan hasil samping lainnya. *Stillage* yang telah terolah di biogas atau biasa disebut *vinasse* selanjutnya ditampung terlebih dahulu di lagoon dengan kapasitas 55.000 m³, dengan flow *stillage* sekitar 900 m³ per hari. *Stillage* selanjutnya dimanfaatkan untuk bahan baku biofertilizer. Dengan blending *vinasse* dan mikroba fungsional, dihasilkan biofertilizer yang baik untuk pembenah tanah dan menunjang kesuburan tanaman. Kapasitas biofertilizer 1000 m³ per hari. Baik *stillage* dan *vinasse* diduga memiliki potensi kandungan lignin yang tinggi, dikarenakan bahan penyusunnya organik dan mengandung karbon, hidrogen dan oksigen, dengan proporsi karbon lebih tinggi dibanding senyawa karbohidrat. Walaupun *vinasse* merupakan bahan limbah, namun cairan ini masih menjadi cairan yang baik karena pH-nya mendekati netral dan bahan asal dari organik.



Gambar 2.1 Penampungan *vinasse* (atas) dan cairan *vinasse* (bawah)

Tabel 2.1 Kandungan *Vinasse*

Nama	Kandungan (%)
<i>Mineral</i>	29
<i>Gula yang di reduksi</i>	11
<i>Protein</i>	9
<i>Asam volatile</i>	1.5
<i>Gum</i>	21
<i>Campuran asam laktat</i>	4,5
<i>Campuran asam organik lain</i>	1.5
<i>Gliserol</i>	5.5
<i>Lilin / fenol / lignin</i>	17

2.4 *Sodium Naphatalene Formaldehyde (SNF)*

Sodium Naphatalene Formaldehyde juga disebut *poly naphthalene sulfonate* atau *naphthalene*, termasuk jenis pengurang air, dan dapat digunakan dalam industri dan konstruksi semen. SNF terbuat dari naftalena, asam sulfat, formaldehida dan basa cair, dan mengalami serangkaian reaksi seperti sulfonasi, hidrolisis, kondensasi dan netralisasi.



Gambar 2.2 *Sodium Naphatalene Formadehyde (SNF)*

Tabel 2.2 Komposisi *Sodium Naphatalene Formadehyde* (SNF)

Parameter	Terhitung
Konten Padat	92-94
NaSO ₄	5-7
Massa Kepadatan	0.65
Klorida (CI)	650
PH	7-9
Konten Klorine	0,3

Sumber : (Ahmed M, dkk, 2017)

2.5 Perencanaan Campuran (*Mix Design*)

Perencanaan bahan campuran beton (*mix design*) bertujuan untuk mengetahui kebutuhan atau proporsi dari bahan penyusun benda uji beton. Dalam perencanaan ini dilakukan berdasarkan SNI 03-2834-2000 tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Data yang digunakan adalah bahan penyusun yang sebelumnya meliputi semen, pasir, kerikil dan air. Pada SNI 03-2834-2000 terdapat rumus persyaratan agar menentukan kuat tekan rencana dan menentukan faktor air semen (fas).

1. Nilai Tambah (margin) merupakan nilai keamanan dalam perencanaan beton.

Didapat rumus:

$$M = K \cdot Sd \dots \dots \dots (2.1)$$

Dengan: M = Nilai Tambah (Mpa)

: K = 1,64

: Sd = deviasi Standar Rencana (Mpa)

2. Penetapan kuat tekan rata-rata yang direncanakan

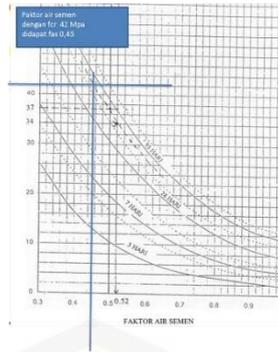
$$f'_{cr} = f'_c + M \dots \dots \dots (2.2)$$

Dengan: M = Nilai Tambah (Mpa)

: f'_{cr} = kuat tekan rata rata (Mpa)

: f'_c = kuat tekan yang direncanakan (Mpa)

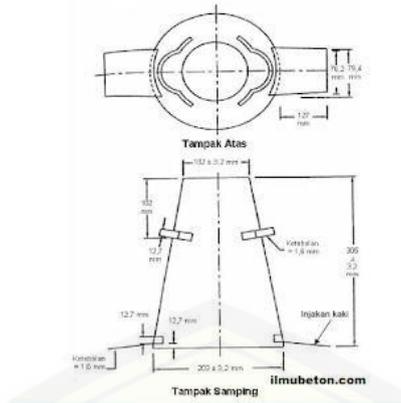
3. Penetapan faktor air semen



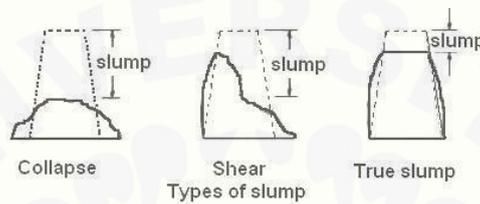
Gambar 2.3 Grafik untuk menentukan faktor air semen

2.6 Slump

Slump adalah nilai tinggi puncak adonan beton segar terhadap tinggi alat tes kerucut terpancung setelah alat tes diangkat. Uji *slump* adalah pengujian di mana untuk mengukur kelecakan adukan beton, atau kekentalan adukan untuk pekerjaan beton. Nilai *Slump* didapat dari keruntuhan adonan yang disebabkan oleh adonan belum mempunyai hidrasi tinggi yang cukup untuk menopang beban sendiri karena pengikat antar penyusun beton tidak kuat yang menyebabkan tidak mempunya adonan beton untuk mengikat penyusun. Pengujian *slump* ditujukan untuk mengetahui kestabilan beton dan sifat *workability* nya. sesuai dengan syarat yang telah direncanakan. *Slump* merupakan acuan sebelum pembuatan benda uji untuk mencari tingkat kekentalan adonan beton sendiri, dengan tingginya tingkat kekentalan adonan maka makin mudah dalam pekerjaan pengecoran. Untuk Pengujian *Slump* dilakukan berdasarkan standar pengujian SNI-1972-2008 tentang cara uji *slump* beton. Pengujian slump digunakan kerucut terpancung dengan diameter dasar 20 cm, diameter atas 10 cm, tinggi 30 cm; dan batang penusuk dengan diameter 1,6 cm sebagai pemadat beton segar. Pengujian dilakukan dengan cara mengisi kerucut terpancung dengan beton segar dengan tiga lapis, yakni setinggi sepertiga kerucut dengan setiap lapis dipadatkan dengan penusuk sebanyak 25 kali. Gambar 2.5 cara mengetahui nilai *slump* yaitu mengukur tinggi adukan yang jatuh dengan tinggi kerucut terpancung, tabel 2.3 merupakan nilai *slump* dengan berbagai macam struktur.



Gambar 2.4 Kerucut Terpancung



Gambar 2.5 Pengujian *Slump* yang akan terjadi

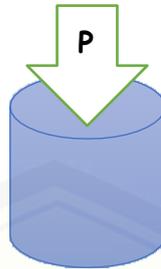
Jenis Kebutuhan	Nilai <i>slump</i> (cm)	
	Tertinggi	Terkecil
Pondasi dan Dinding Plat	7.5	2.5
Dinding dan Balok Beton	10	2.5
Kolom	10	2.5
Lantai Beton atau Perkerasan Jalan	7.5	2.5
Beton Masa	5	2.5

Tabel 2.3 Nilai *Slump* Untuk Setiap Jenis Kebutuhan

2.7 Kuat Tekan Beton

Tujuan dalam pengujian kuat tekan adalah untuk mencari tahu seberapa kuat beton dapat menahan beban yang diberikan hingga akhirnya mengalami pecah. Perbandingan antara beban yang diterima dengan luas penampang beton adalah nilai dari kuat tekan. Kuat tekan memiliki sifat lain yang dimaksudkan jika kuat tekan tinggi maka untuk sifat lainnya akan mengikuti baik juga. Nilai kuat tekan didapatkan dengan cara pengujian pada umumnya. Pengujian ini dilakukan menggunakan *Compression Testing Machine* untuk mendapatkan beban maksimal yang ditahan oleh beton dengan benda uji berupa silinder 150x300 mm, lalu benda uji ditekan sampai pecah. Hasil kuat tekan dinyatakan dalam satuan Mpa atau

N/mm². Cara pengujian kuat tekan yang digunakan adalah standar pengujian SNI 03-1974-1990.



Gambar 2.6 Sketsa benda uji silinder diberi tekan



Gambar 2.7 *Compression Testing Machine*

Rumus yang digunakan untuk perhitungan kuat tekan beton adalah :

$$\text{Rumus : } f_c' = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana:

- f_c' = kuat tekan beton (Mpa)
- P = Beban maksimum (N)
- A = Luas penampang benda uji (mm²)

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian yang diterapkan yaitu studi eksperimen, yaitu melakukan percobaan (*trial and error*) dengan mengacu pada penelitian sebelumnya. Penelitian ini dimaksud agar mencari nilai kuat tekan pada beton normal dan dengan *vinasse* sebagai bahan tambah campuran, pada umur 14 hari dan 28 hari.

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

3.1.1 Waktu penelitian

Studi ini dilakukan berdasarkan waktu yang telah direncanakan. Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari 2020 sampai dengan Juli 2020, dengan rincian proses penelitian, proses pengajuan proposal, dilanjutkan persiapan bahan, pembuatan beton, uji hasil benda uji, dan memaparkan hasil dan kesimpulan.

3.1.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dalam pembuatan dan pengujian benda uji adalah di Laboratorium Uji Material Bangunan Fakultas Teknik yang bertempat di kampus Patrang Jember Jalan Slamet Riyadi No. 62 Patrang, Jember.

3.2 Persiapan Bahan Tambah Campuran Rencana

Dalam penelitian ini disiapkan pembuatan bahan campuran dengan menambahkan *vinasse* dengan *Sodium Naphatalene Formadehyde*, Aquades dan Mirgal V6 dan mencampurnya menjadi satu. Kemudian komposisi dari komponen bahan campuran yaitu :

1. *Vinasse* digunakan sebagai bahan utama dalam bahan campuran *vinasse*. Cairan *vinasse* yang digunakan dalam penelitian ini adalah cairan *vinasse* yang berasal dari PT. Energi Agro Nusantara, Gedek, Mojokerto, Jawa Timur. Cairan *vinasse* yang digunakan dalam penelitian ini ialah *vinasse*, dengan 20 persen dari total komposisi campuran *vinasse*.
2. *Sodium Naphatalene Formadehyde* atau SNF yang merupakan surfaktan anionik, yang biasa digunakan dalam persiapan campuran pompa beton di industri konstruksi. Untuk SNF ini digunakan dalam bahan campuran bersama *vinasse* dengan 28 persen dari total komposisi campuran *vinasse*.

3. Aquades ditambahkan pada campuran *vinasse* dengan 51,8 persen dari total komposisi campuran *vinasse*.
 4. Mirgal V6 ditambahkan pada campuran untuk menghentikan reaksi dari mikroba *vinasse* dengan 0,2 persen dari total komposisi campuran *vinasse*.
- Terdapat korelasi dari komponen bahan campuran *vinasse* yang direncanakan.

Tabel 3.1 Komposisi campuran *Vinasse* yang digunakan

	Komponen dari bahan campuran	Korelasi dari
Bahan campuran <i>vinasse</i> yang direncanakan	Cairan <i>Vinasse</i>	20 %
	<i>Sodium Naphatalene Formadehyde</i>	28 %
	Aquades	51,8 %
	Mirgal V6	0,2%

Sumber : (Ahmed A.M, dkk,2017)

3.3 Komposisi Beton dengan bahan tambah campuran rencana

Untuk benda uji beton ukuran silinder Ø 15 cm x 30 cm dilakukan uji kuat tekan. Dalam penelitian ini dibuat masing-masing 5 variasi dari penambahan bahan campuran *vinasse* sebesar 0%; 3,5; 5% dan 6,5% dari jumlah kebutuhan semen , dengan tujuan untuk mencari kuat tekan maksimum dengan campuran *vinasse*. Rencana pada umur 14 dan 28 hari dengan tujuan umur 14 hari merupakan umur pembukaan bekesting pada lapangan konstruksi dan 28 merupakan waktu optimum kuat tekan. Komposisi tersebut meliputi:

Tabel 3.2 Proporsi Campuran Beton Rencana

Umur	0%	3,5%	5%	6,5%
14	3	3	3	3
28	3	3	3	3
Jumlah	6	6	6	6

Dalam proporsi campuran beton rencana diuji sebanyak 3 benda uji setiap perlakuannya pada setiap persentase dan umur kuat tekan yang berbeda dengan jumlah total 24 benda uji.

3.4 Tahapan Pelaksanaan Kegiatan

Adanya tahapan-tahapan yang dilakukan sebagai berikut:

1. Studi Litelatur

Tahap ini adalah tahap persiapan di mana memulai pengumpulan data atas informasi tentang bahan, alat hingga teori pelaksanaan pembuatan beton, sehingga didapat tahapan pelaksanaan yang baik dan benar.

2. Persiapan Bahan Uji

Tahap ini adalah persiapan meliputi persiapan alat, mempersiapkan bahan penyusun yang berupa semen, agregat halus dan kasar. Selanjutnya mempersiapkan bahan tambah campuran *vinasse* yang telah direncanakan

3. Pengujian Bahan

Tahap ini adalah tahap pengujian pasir, kerikil, dan semen sebelum digunakan untuk bahan penyusun campuran pada beton. Tahap ini meliputi pengujian :

- a. Berat jenis
- b. Berat volume
- c. Kelembapan
- d. Kadar resapan
- e. Analisa saringan
- f. Kadar lumpur

4. Perencanaan bahan campuran beton.

Tahap ini adalah *mix design* atau merencanakan proporsi kebutuhan. Perencanaan bahan campuran beton nantinya akan mendapatkan kebutuhan sesuai proporsi untuk mendapatkan kualitas beton yang sesuai rencana dan baik. Standar perencanaan campuran penelitian ini adalah SNI 2834-2000.

5. Pencampuran Benda Uji

Tahap di mana setelah mendapatkan kebutuhan dilakukan pencampuran atau pengecoran, dengan digunakan bekesting silinder dengan ukuran diameter 15cm dan tinggi 30cm dengan total 24 benda uji. Pada tahap ini meliputi:

- a. Pembuatan adukan beton
- b. Uji *Slump test*
- c. Memasukkan campuran ke dalam bekesting

d. Pelepasan benda uji dari bekesting

6. Perawatan Benda Uji

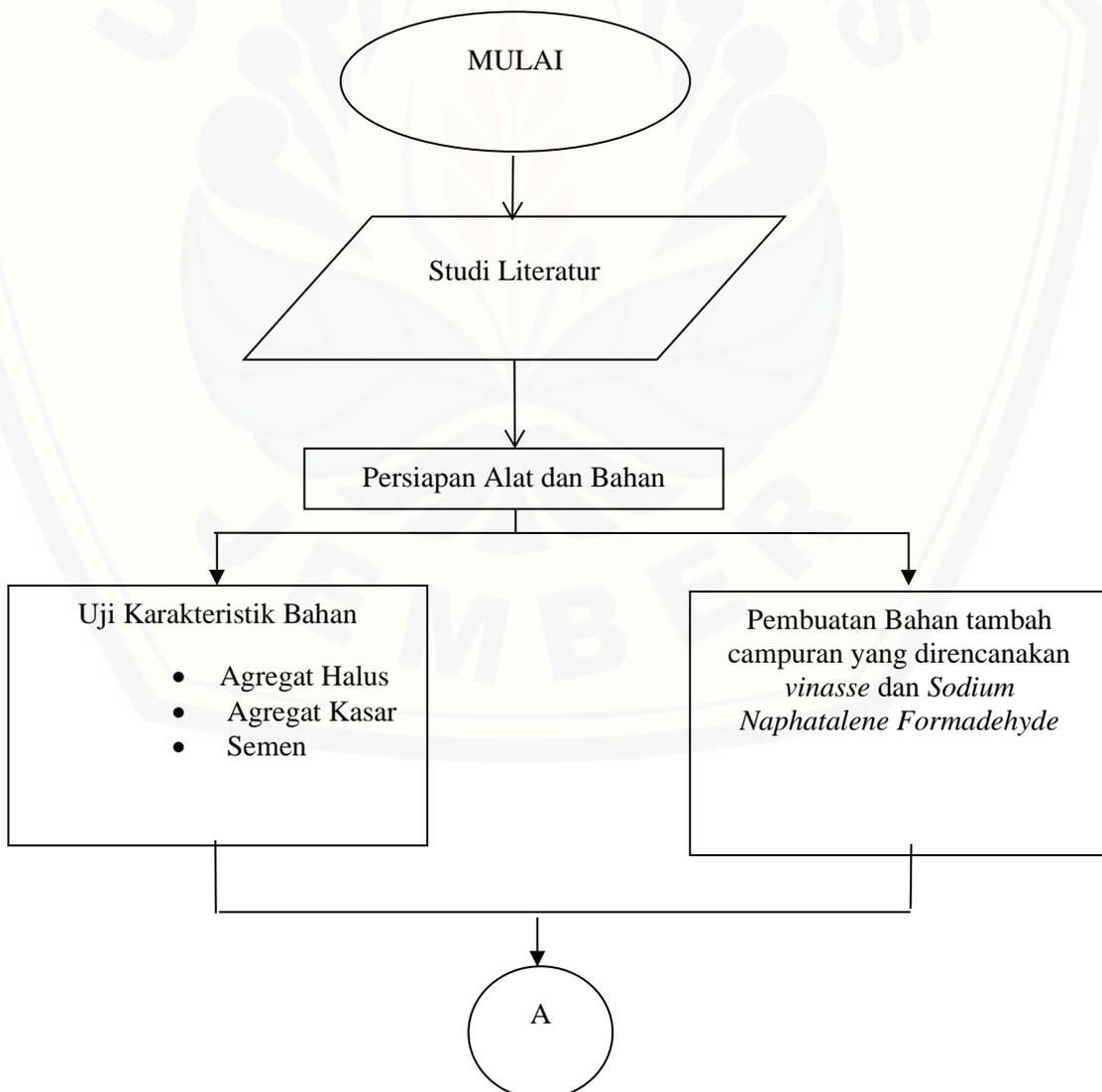
Perawatan beton dilakukan dengan cara direndam pada air tawar. Kegunaan perendaman benda uji agar kadar air beton tetap terjaga. Perendaman sesuai umur beton rencana.

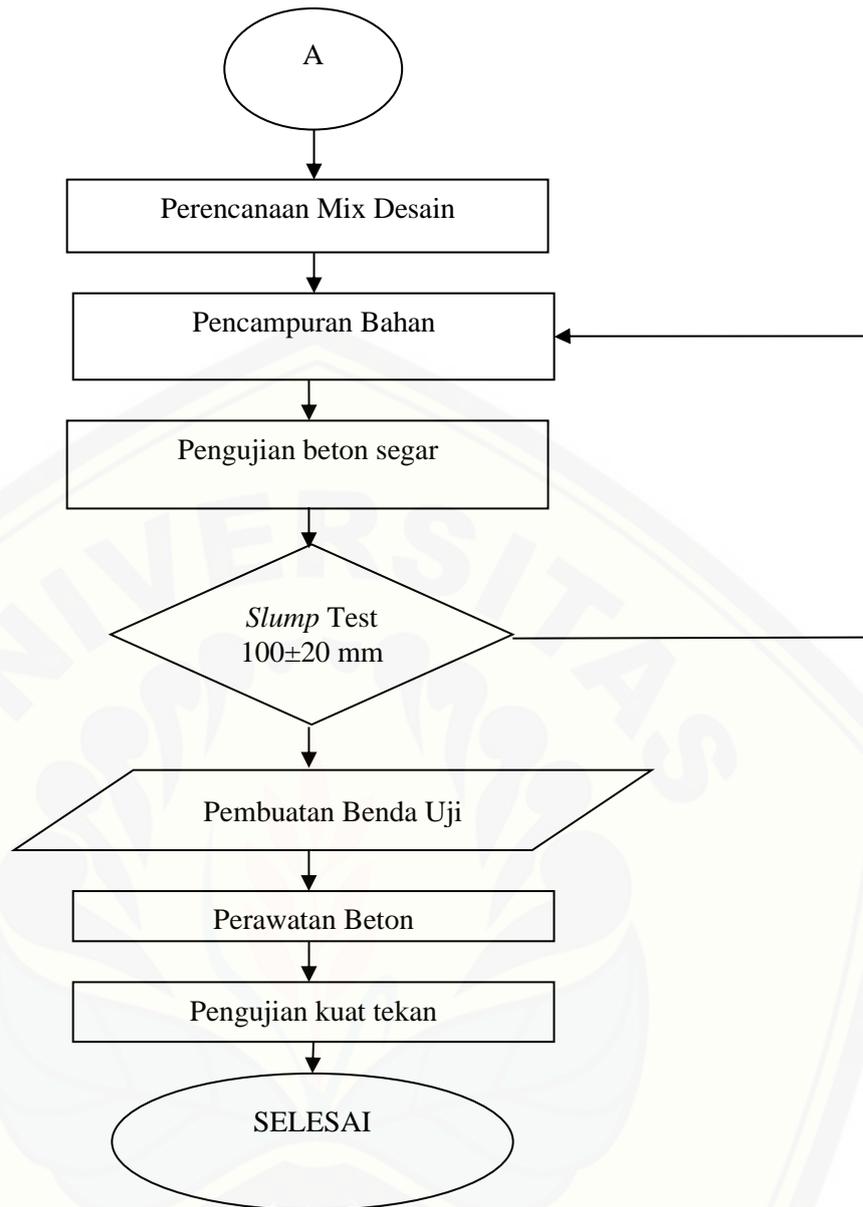
7. Uji Kuat Tekan.

Pengujian kuat tekan bertujuan untuk mencari tahu kuat tekan yang dihasilkan pada beton mutu tinggi baik itu dengan penambahan bahan campuran *vinasse* yang direncanakan. Pengujian dilakukan pada umur 14 dan 28 hari di Laboratorium Struktur Universitas Jember.

8. Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang dilakukan kemudian membahas yang dapat ditarik hasil kesimpulan.





Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

BAB 5. PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian yang dilaksanakan dan diuji, pada bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dan saran dari hasil pengujian beton segar dan keras pada umur rencana dan optimum yaitu 28 hari.

5.1 Kesimpulan

1. Penambahan bahan tambah campuran vinasse yang meliputi *vinasse*, SNF, dan aquades, dapat mengurangi kebutuhan air (*water reducer*) untuk pencampuran beton, di mana pada setiap variasi penambahan campuran mengalami penurunan air yaitu pada 3,5% sebesar 21%; 5% sebesar 28%; dan 6,5% sebesar 42%.
2. Penambahan bahan tambah campuran vinasse yang meliputi *vinasse*, SNF, dan aquades dapat meningkatkan kuat tekan pada umur 28 hari, di mana terdapat kenaikan kuat tekan tertinggi pada variasi 5% sebesar 42,463 Mpa, dan pada variasi 6,5% mengalami penurunan sebesar 41,708 Mpa

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian tentang kuat tekan beton hanya dengan bahan tambah vinasse agar dapat mengetahui perbandingan antar bahan tambah vinasse dengan bahan tambah campuran vinasse yang meliputi vinasse, SNF, dan Aquades.
2. Bisa dikembangkan dengan menggunakan jenis beton SCC karena bahan tambah campuran *vinasse* yang dapat mengurangi air (*water reducer*).

DAFTAR PUSTAKA

- A. Megahed Ahmed, dan M, Mohammed. 2017. *Improvement of The Concrete Characteristics By Using Sugar Industry Waste (Vinasse)*. Artikel Jurnal, Universitas Assuit, Mesir.
- Arianto, Fahestin Putri and Tiyas, Prameswari Ayuning. 2017. *Pemanfaatan Limbah Cair Vinasse Industri Bioethanol Menjadi Biogas Menggunakan Biodigester*. Diploma thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Carmen, Baez-Smith, P. P. 2006. *Anaerobic Digestion of Vinasse for the Production Of Methane in the Sugar Cane Distillery*. SPRI Conference on Sugar Processing, 268-287
- Falah, Faizatul. 2012. *Pemanfaatan Limbah Lignin Dari Proses Pembuatan Bioetanol Dari Tkks Sebagai Bahan Aditif Pada Mortar*. Magister thesis, Universitas Indonesia.
- Harri, Ismunandar dan Mungook, Chrisna Djaya. 2014. *Pemanfaatan Tetes Tebu Sebagai Bahan Tambah Dalam Campuran Beton*, Artikel Jurnal, Universitas Tanjungpura Pontianak.
- Sylviana, Rika. 2015. *Pengaruh Bahan Tambah Plasticizer Terhadap Slump dan Kuat Tekan Beton*. Artikel Jurnal, Universitas Islam Bekasi.
- SNI 03-1972-1990 Metode Pengujian Slump Beton. Pustran, Balitbang, Departemen Pekerjaan Umum.
- SNI 03-2834-2000 Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Pustran, Balitbang, Departemen Pekerjaan Umum.
- SK SNI T-15-1990-3. Tata Cara Pembuatan Beton Normal.

Tjokrodimulyo, K. 1995. Teknologi Beton. Buku Ajar Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas UGM. Yogyakarta.

Tjokrodimuljo, K. 1996. Teknologi Beton, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.



LAMPIRAN A

• A.1 Uji Agregat Halus

Lampiran A.1.1 Hasil Karakteristik agregat halus

Kelembapan	4,96 %
Berat jenis	2,61 %
Kadar air resapan	0,204 %
Berat volume	1561,832 kg/m ³
Kadar lumpur	0,37 %
Analisa saringan	Zona 2

Lampiran A.1.2 Perhitungan Kelembapan Pasir

Percobaan Nomor	1	2	3
berat pasir asli (W1)	250	250	250
berat pasir oven (W2)	248.8	248.9	248.6
kelembaban pasir $((W1 - W2)/W2)*100\%$	0.482	0.442	0.563
kelembaban pasir rata-rata	0.496		

Lampiran A.1.3 Perhitungan Berat Jenis Pasir

Percobaan Nomor	1	2	3
berat picnometer + pasir + air (W2)	165.8	163.5	165.1
berat pasir SSD (W1)	50	50	50
berat picnometer + air (W3)	134.3	133	134.7
berat jenis $(W1/(W1-W2+W3))$	2.70	2.56	2.55
berat jenis rata-rata	2.61		

Lampiran A.1.4 Perhitungan Air Resapan Pasir

Percobaan Nomor	1	2	3
berat pasir (W1)	100	100	100
berat pasir oven (W2)	98	98	98
kadar air resapan $((W1 - W2)/W2)*100\%$	2.04082	2.04082	2.04082
air resapan rata-rata	2.04		

Lampiran A.1.5 Perhitungan Berat Volume Pasir

Percobaan Nomor	Tanpa Rojokan (kg)		Dengan Rojokan (kg)	
	1	2	1	2
berat silinder (W1)	7.1	7.1	7.1	7.1
berat silinder + pasir (W2)	21.75	21.24	23.5	22.78
berat pasir (W2 - W1)	14.65	14.14	16.4	15.68
volume silinder (V)	0.00974	0.00974	0.00974	0.00974
berat volume $((W2 - W1)/V)$	1503.59	1451.25	1683.20	1609.30
berat volume rata-rata	1477.42		1646.25	

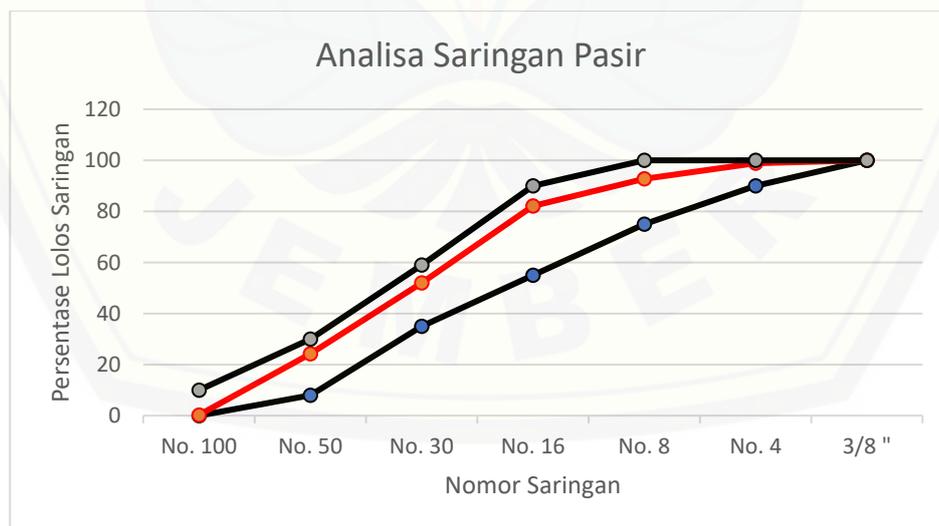
Lampiran A.1.6 Perhitungan Kadar Lumpur Pasir

Percobaan Nomor	1	2	3
Tinggi Lumpur (H1)	9.9	9.6	10.1
Tinggi Pasir (H2)	9.6	9.2	9.7
Kadar Lumpur Pasir $((H1 - H2)/H1)*100\%$	3.03	4.17	3.96
Kadar Lumpur Pasir Rata-rata	3.72		

Lampiran A.1.7 Perhitungan Analisa Saringan Pasir

Saringan		Berat Saringan	Berat Saringan	Berat		Jumlah Persen	
Nomor	mm		+ Benda Uji I	Tertahan I	%	Tertahan	Lolos
1"	25.4	566	566	0	0	0	100.00
3/4 "	19.05	546	546	0	0	0	100.00
1/2 "	12.7	548.5	548.5	0	0	0	100.00
3/8 "	9.525	503	503	0	0	0	100.00
No. 4	2.36	442.1	453.2	11.1	1.11	1.11	98.89
No. 8	1.18	422.6	483.5	60.9	6.09	7.20	92.80
No. 16	0.6	408.9	515.9	107	10.7	17.90	82.10
No. 30	0.18	398.5	700	301.5	30.15	48.05	51.95
No. 50	0.3	401.4	678.4	277	27.7	75.75	24.25
No. 100	0.15	389.5	629.5	240	24	99.75	0.25
No. 200	0.075	384	386.5	2.5	0.25	100	0.00
PAN		434.5	434.5	0	0	100	0.00
Jumlah				1000	100.00		

Lampiran A.1.8 Grafik Analisa Saringan Zona 2



- A.2 Uji Agregat Kasar

Lampiran A.2.1 Hasil Karakteristik Agregat Kasar

Kelembapan	2,74 %
Berat jenis	2,57 %
Kadar air resapan	0,154 %
Berat volume	1315.03 kg/m ³
Kadar lumpur	0,81 %
Analisa saringan	Zona Maksimal 20 mm

Lampiran A.2.1 Perhitungan Kelembapan Kerikil

Percobaan Nomor	1	2	3
berat kerikil asli (W1)	500	500	500
berat kerikil oven (W2)	498.6	498.5	498.8
kelembaban kerikil $((W1 - W2)/W2)*100\%$	0.281	0.301	0.241
kelembaban keikil rata-rata	0.274		

Lampiran A.2.2 Perhitungan Berat Jenis Kerikil

Percobaan Nomor	1	2	3
berat kerikil di udara (W1)	3000	3000	3000
berat kerikil di air (W2)	1694	1914	1874
berat jenis $(W1/(W1-W2))$	2.30	2.76	2.66
berat jenis rata-rata	2.57		

Lampiran I A.2.3 Perhitungan Air Resapan Kerikil

Percobaan Nomor	1	2	3
berat kerikil (W1)	500	500	500
berat kerikil oven (W2)	493	492.2	492.1
kadar air resapan $((W1 - W2)/W2)*100\%$	1.42	1.58	1.61
air resapan rata-rata	1.54		

Lampiran A.2.4 Perhitungan Berat Volume Kerikil

Percobaan Nomor	Tanpa Rojokan (kg)		Dengan Rojokan (kg)	
	1	2	1	2
berat silinder (W1)	10.1	10.1	10.1	10.1
berat silinder + kerikil (W2)	29.21	29.25	30.56	30.77
berat kerikil (W2 - W1)	19.11	19.15	20.46	20.67
volume silinder (V)	0.01508	0.01508	0.01508	0.01508
berat volume ((W2 - W1)/V)	1267.14	1269.79	1356.65	1370.58
berat volume rata-rata	1268.46		1363.61	

Lampiran A.2.5 Perhitungan Kadar Lumpur Kerikil

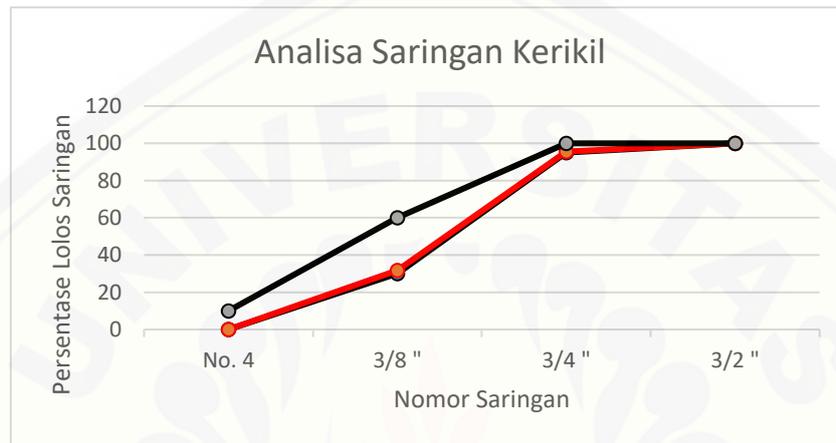
Percobaan Nomor	1	2	3
Berat Kering Oven Sebelum dicuci (W1)	2483.8	2483.5	2483.6
Berat Setelah Dicuci (W2)	2468.9	2459.7	2461.7
Kadar Lumpur Kerikil ((W1 - W2)/W1)*100%	0.60	0.96	0.88
Kadar Lumpur Kerikil Rata-rata	0.81		

Lampiran A.2.6 Perhitungan Analisa Saringan Kerikil

Saringan	Berat Saringan	Berat Saringan + Benda Uji I		Berat Tertahan I		Jumlah Persen Rerata	
		Gram	Gram	gram	%	Tertahan	Lolos
Nomor	mm	Gram	Gram	gram	%	Tertahan	Lolos
3"	25.4	606.2	606.2	0	0	0	100.00
3/2 "	19.05	624.8	624.8	0	0	0	100.00
3/4 "	12.7	529.3	659.8	130.5	4.35	4.35	95.65
3/8 "	9.525	404.4	2321.9	1917.5	63.9167	68.2667	31.73
No. 4	2.36	426.8	1378.3	951.5	31.7167	99.98	0.02
No. 8	1.18	413.8	414	0.2	0.00667	99.99	0.01
No. 16	0.6	414.9	415.2	0.3	0.01	100.00	0.00

No. 30	0.18	399.4	399.4	0	0	100.00	0.00
No. 50	0.3	387.8	387.8	0	0	100.00	0.00
No. 100	0.15	397.4	397.4	0	0	100.00	0.00
Jumlah				3000	100.00		

Lampiran A.2.8 Perhitungan Air Resapan Kerikil



Lampiran A.2.8 Perhitungan Berat Volume dan Berat Jenis Semen

percobaan nomor	berat volume semen			
	Tanpa Rojokan (kg)		Dengan Rojokan (kg)	
	1	2	1	2
berat silinder (W1)	7.15	7.15	7.15	7.15
berat silinder (W1) + semen (W2)	10.17	9.94	10.87	10.95
berat semen (W2 - W1)	3.02	2.79	3.72	3.8
volume silinder (V)	0.00969	0.00969	0.00969	0.00969
berat volume ((W2 - W1)/V)	311.55	287.83	383.77	392.02
berat volume rata-rata	299.69		387.89	

- Lampiran A.3 Mix Design Fc' 30 Mpa

kuat tekan yang diisyaratkan, pada umur 28 hari (fc)	30	Mpa	kuat tekan rencana
devisiasi standar (s)	0	Mpa	tidak mempunyai catatan
nilai tambah (m)	12	Mpa	nilai margin = 12
kuat tekan rata-rata yang direncanakan (f'cr)	42	Mpa	30 Mpa + 12 Mpa
jenis semen	PPC Tipe 1 (Semen Gresik)		bahan direncanakan
jenis agregat kasar	Batu Alami (PT. Sunan Muria)		bahan direncanakan
jenis agregat halus	Pasir Alami (PT. Duta Beton)		bahan direncanakan
faktor air semen bebas	0.45		didapat grafik
faktor air semen maksimum	0.6		syarat beton dalam ruangan
dipakai fas yang terendah (dipakai)	0.45		dipakai yang terkecil
nilai slump	80-120	mm	direncanakan
ukuran maksimum agregat kasar	20	mm	di rencanakan
kebutuhan air	204.9	L/m3	didapat $2/3 \cdot 195 + 1/3 \cdot 225$
kebutuhan semen portland	455.3	kg/m3	kebutuhan semen dari jumlah air/fas
kebutuhan semen portland minimum	275	kg/m3	syarat beton dalam ruangan
kebutuhan semen portland yang dipakai	455.3	kg/m3	dipilih yang terbesar
susunan besar butir agregat halus	zona 2		analisa saringan pasir zona

persen bahan lebih halus dari 4,75 mm	42	%	didapat grafik
berat jenis relatif agregat campuran	2.59		didapat persen pasir*bj pasir + persen krikil*bj krikil
berat jenis beton	2305	kg/m ³	didapat grafik
kadar agregat gabungan	1644.8	kg/m ³	berat beton-semen-air
kadar agregat halus	691	kg/m ³	persen pasir kali berat agregat
kadar agregat kasar	953.96	kg/m ³	persen krikil kali berat agregat

• Lampiran A.4. H Karakteristik Pasir dan Kerikil

Pengujian	Pasir	Kerikil
Berat Jenis	2.61	2.57
Kelembaban (%)	0.496	0.274
Resapan (%)	2.04	1.54

• Lampiran A.5. Volume Silinder Bekisting Benda Uji

Diameter			Volume Silinder
15	X	30	0,00530

• A.6 Proporsi Campuran Benda Uji

Lampiran A.6.1 Proporsi Campuran untuk Meter Kubik,

	Semen (kg/m ³)	Air (L/m ³)	Agregat Halus (kg/m ³)	Agregat Kasar (kg/m ³)
Teoritis	455,3	204,9	691	953,96
Terkoreksi (agregat menggunakan SSD)	455,3	227,6	701,5	966,0

Lampiran A.6.2 Proporsi Campuran untuk 1 benda uji (Terkoreksi)

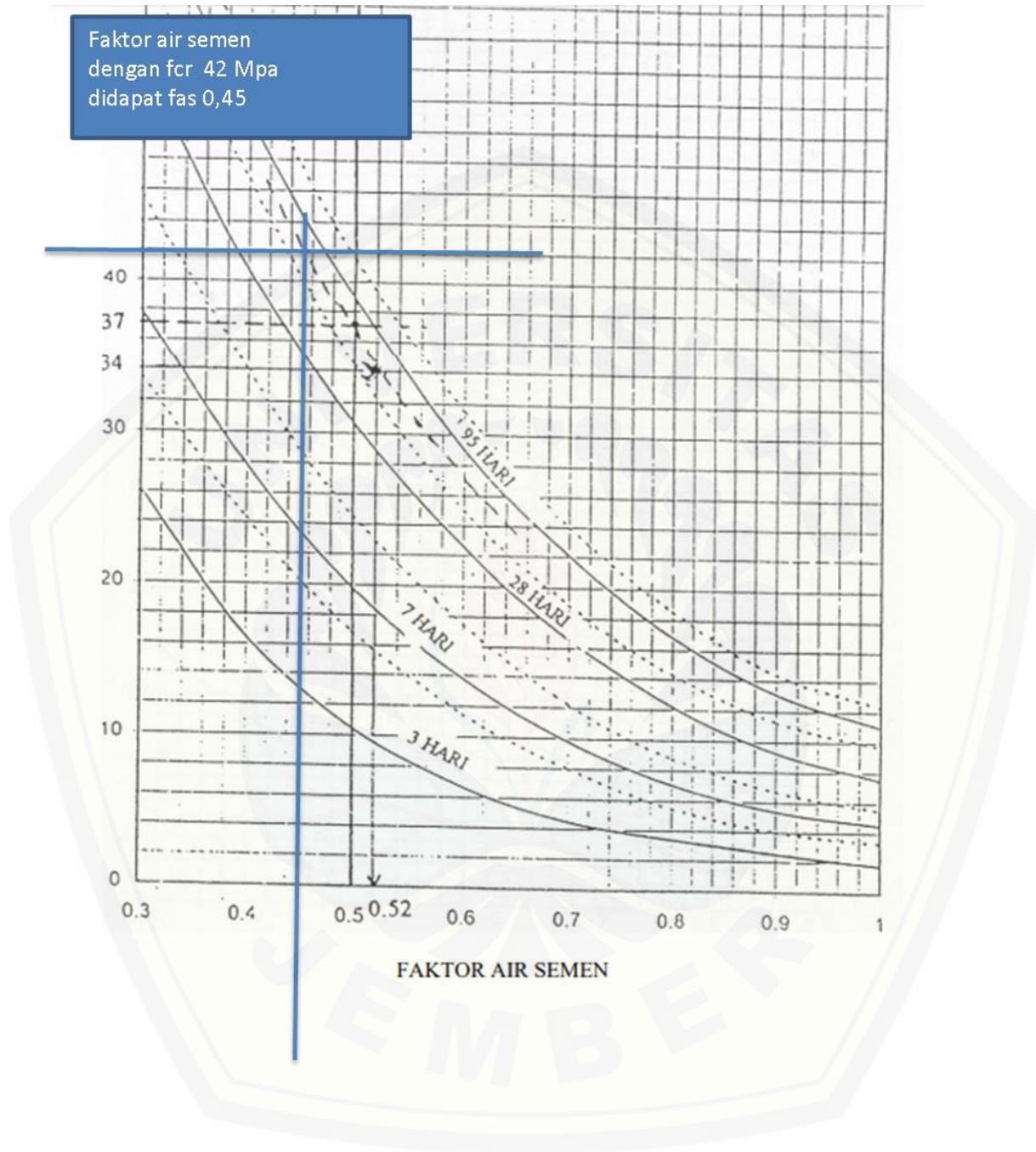
	Semen (kg/m ³)	Air (L/m ³)	Agregat Halus (kg/m ³)	Agregat Kasar (kg/m ³)
Teoritis	2,41	1,21	3,72	5,12
Faktor Pengali (digunakan 1,16)	2,80	1,40	4,31	5,94

Lampiran A.6.3 Proporsi Campuran variasi untuk 1 benda uji

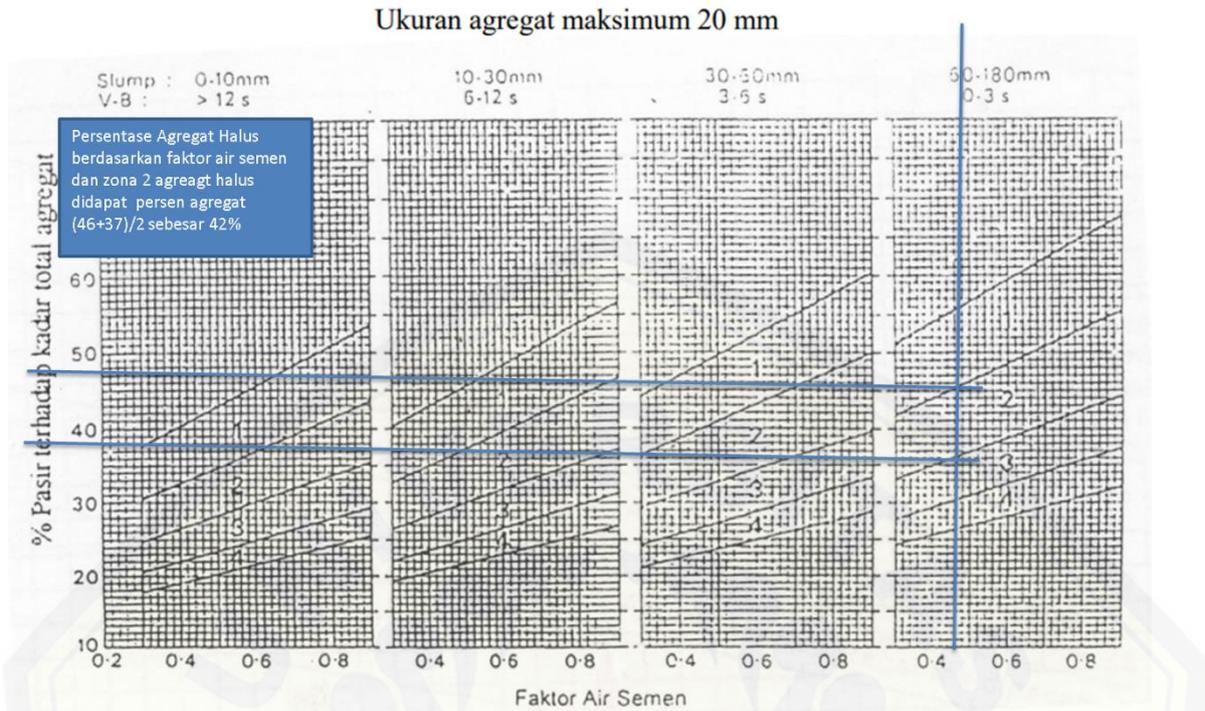
Proporsi campuran variasi untuk 1 benda uji				
	Vinasse 20%	SNF 28%	Aquades 51,2%	Mirgal V6 0,02%
0%	0			
	0	0	0	0
3,5%	84,49			
	16,90	23,656	43,257	0,169
5%	120,70			
	24,14	33,795	61,796	0,241
6,5%	156,90			
	31,38	43,933	81,277	0,314

- A.7 Grafik Ketentuan untuk Mix Design

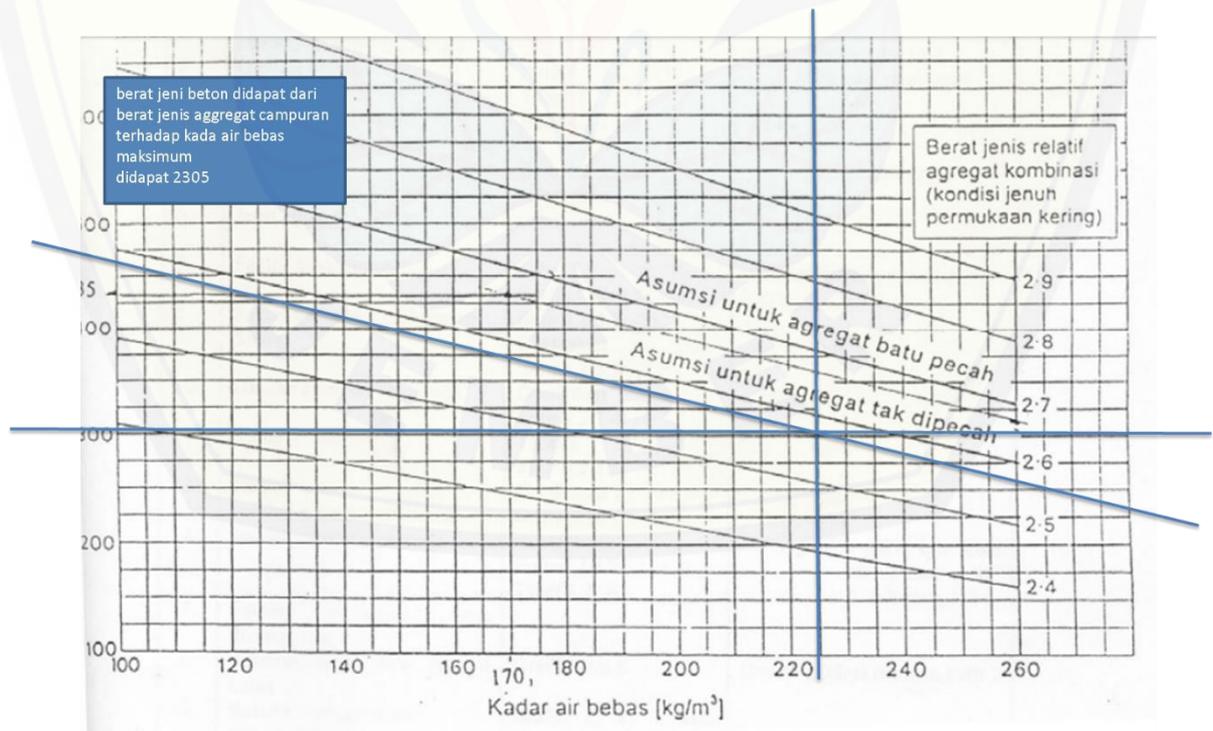
Lampiran A.7.1 Grafik Faktor Air Semen



Lampiran A.7.2 Grafik Presentasi Agregat Halus

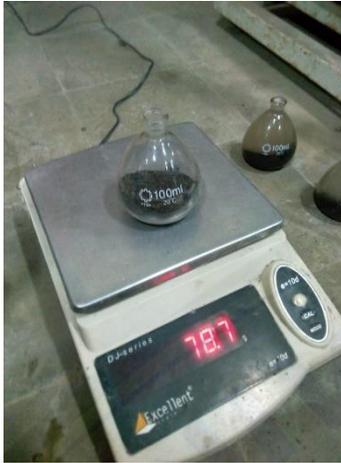


Lampiran A.7.3 Grafik Berat Jenis Beton



LAMPIRAN B

- Dokumentasi Kegiatan



(Pasir)



(Kerikil)



(Semen)



(Kerikil)



(Pasir)



(Kerikil)

Lampiran B.1 Foto-foto Kegiatan Pengujian Agregat Penyusun (Berat Jenis, Analisa Saringan, dan Penimbangan)



Lampiran B.2 Foto Kegiatan Pengujian Mengukur Kadar Lumpur



Lampiran B.3 Foto Kegiatan Perjokan Berat Volume



Lampiran B.4 Foto Kegiatan Proses Pengecoran



Lampiran B.5 Foto Kegiatan Penambahan Beberapa Material dan Campuran Vinasse
Dalam Proses Pengecoran



Lampiran B.6 Foto Pengujian Nilai Slump



Lampiran B.6 Foto Kegiatan Melepaskan Benda Uji dari Bekisting



Lampiran B.7 Foto Benda Uji yang Sudah Dilepas Kemudian Direndam dalam Kolam

Air





Lampiran B.8 Foto Kegiatan Menimbang Benda Uji



(Variasi 0% umur 28 hari)



(Variasi 3,5% umur 28 hari)



Variasi 5% umur 28 hari)



Variasi 6,5% umur 28 hari)

Lampiran B.9 Foto Kegiatan Tes Kuat Tekan Benda Uji