



**PENGARUH VARIASI PROSENTASE *SUPERPLASTICIZER*
TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN POROSITAS
BETON BERPORI**

SKRIPSI

Oleh :

**Yulia Wahyuning Tyas
NIM 161910301029**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2020**



**PENGARUH VARIASI PROSENTASE *SUPERPLASTICIZER*
TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN POROSITAS
BETON BERPORI**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Strata I (S1) Teknik
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh :

**Yulia Wahyuning Tyas
NIM 161910301029**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2020**

PERSEMBAHAN

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufiq serta hidayahNya kepada saya sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan sebaik-baiknya. Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Kedua orangtua saya Bapak Mismanto dan Ibu Katmirah yang selalu mendoakan, memberikan penuh kasih sayang, mendidik dengan baik, dan penuh perjuangan untuk keberhasilan saya yang dapat menuntut ilmu hingga memperoleh gelar Sarjana di Universitas Negeri.
2. Kakak saya Novia Rahmaningrum yang telah memberikan teladan arti sebuah perjuangan untuk kebahagiaan kedua orangtua dan keluarga besar, serta yang telah memberikan motivasi dan pengarahan untuk masa depan.
3. Bapak Dwi Nurtanto, S.T., M.T. dan Bapak Dr. Ir. Krisnamurti, S.T., M.T. yang telah membimbing dan memberi masukan dengan penuh kesabaran untuk menyelesaikan penyusunan skripsi.
4. Bapak Mochammad Akir, S.T. dan Bapak Didik yang telah memberikan masukan, bantuan, dan pengarahan dengan penuh kesabaran untuk menyelesaikan penyusunan skripsi.
5. Bapak Willy Kriswardhana, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing dengan penuh kesabaran dan pengarahan yang baik demi kelancaran kuliah saya dari semester 1 hingga selesai.
6. Sahabatku CUPU Khoiriyah Dwi Kurniawati, Dwi Sartika, Endah Nurhidayah, Janed Janata Nugraha, Yoga Tilang Pratama, Iklil Afrida, Ilga Aditia Ramadhan yang telah merelakan waktu dan tenaganya untuk membantu kelancaran pengerjaan skripsi.
7. Team COR-CORAN Penelitian Beton di Laboratorium Struktur Iqlima Nuril Amini, Bayu Bangun Putra Perkasa, Aldo Bagus Widianto, Adam Savero yang telah menemani, membantu, dan mendengarkan keluh kesah selama pengerjaan skripsi dari awal hingga selesai.

8. Teman – teman Devi, Andreas, Faisal, Firman, Edo, Tiara, Geby, serta BIJI BESI 16 yang telah membantu dan memberikan semangat.
9. Adik tingkat angkatan 17-18 yang telah membantu penelitian ini di Laboratorium Struktur.
10. Almamater tercinta Fakultas Teknik Universitas Jember.



MOTTO

“ Yā ayyuhallażīna āmanusta’īnu biş-şabri waş-şalāh, innallāha ma'aş şābirīn “
Hai orang-orang yang beriman, jadikanlah sabar dan shalat sebagai penolongmu,
sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar.

(QS. Al-Baqarah : 153)

“Develop An ‘Attitude Of Gratitude’. Say Thank You To Everyone You Meet For
Everything They Do For You.” – Brian Tracy

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Yulia Wahyuning Tyas

NIM : 161910301029

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Pengaruh Variasi Prosentase *Superplasticizer* Terhadap Sifat Mekanik dan Porositas Beton Berpori” adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali pengutipan substansi yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab penuh atas keabsahan dan kebenaran 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 menerima sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Januari 2020

Yang Menyatakan

Yulia Wahyuning Tyas

NIM. 161910301029

SKRIPSI

**Pengaruh Variasi Prosentase *Superplasticizer* Terhadap
Sifat Mekanik dan Porositas Beton Berpori**

Oleh :

Yulia Wahyuning Tyas

NIM 161910301029

Pembimbing,

Dosen Pembimbing I : Dwi Nurtanto, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing II : Dr. Ir Krisnamurti, M.T.

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul “Pengaruh Variasi Prosentase *Superplasticizer* Terhadap Sifat Mekanik dan Porositas Beton Berpori : Yulia Wahyuning Tyas, 161910301029” telah diuji dan disahkan pada :

Hari : Rabu
Tanggal : 8 Januari 2020
Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Pembimbing :

Pembimbing Utama



Dwi Nurtanto, S.T., M.T.
NIP. 19731015 199802 1 001

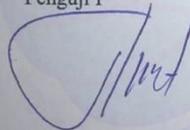
Pembimbing Anggota



Dr. Ir. Krisnamurti, M.T.
NIP. 19661228 199903 1 002

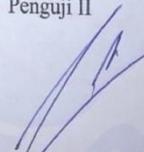
Tim Penguji :

Penguji I



Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T.
NIP. 19700530 199803 2 001

Penguji II



Luthfi Amri W, S.T., M.T.
NRP. 760016771

Mengesahkan,
Dekan



Dr. Etin Hidayah, M.U.M.
NIP. 19661215 199503 2 001

RINGKASAN

Pengaruh Variasi Prosentase *Superplasticizer* Terhadap Sifat Mekanik dan Porositas Beton Berpori : Yulia Wahyuning Tyas, 161910301029; 2019; 71 halaman; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Bidang konstruksi dalam hal pembangunan infrastruktur terus mengalami peningkatan. Hal ini terbukti dengan adanya program kerja dari pemerintah yang selalu meningkatkan pembangunan-pembangunan untuk kepentingan masyarakat Indonesia. Adanya pembangunan infrastruktur maka menyebabkan fungsi alih lahan banyak terjadi, oleh karena itu kapasitas untuk lahan infiltrasi menjadi rendah. Hal ini disebabkan oleh penggunaan penutup lahan yang kedap terhadap air. Keadaan ini sangat memicu terjadinya musibah banjir. Berbagai macam inovasi dan terobosan untuk memecahkan masalah tersebut adalah dengan dilakukannya pengaplikasian beton porous. Beton berpori merupakan beton khusus yang digunakan sebagai pelat beton yang dapat meloloskan air hujan dan air dari sumber lain, sehingga mengurangi limpasan permukaan dan meningkatkan muka air tanah (NRMCA, 2004). Penggunaan beton berpori dapat digunakan untuk memecahkan permasalahan yang terjadi saat ini.

Pembuatan beton berpori yang dilakukan pada penelitian ini bertujuan untuk melihat karakteristik beton berpori yang meliputi pengujian kuat tekan, kuat tarik belah, laju alir dan porositas. Proses dari penelitian ini meliputi persiapan material, pengujian material, perencanaan mix design, dan yang terakhir pengujian benda uji. Penelitian ini menggunakan semen tipe I, agregat kasar ukuran seragam 10 mm, agregat halus zona 2, agregat halus sebanyak 20%. Selain itu penelitian ini menggunakan bahan kimia berupa *superplasticizer* dengan berbagai prosentase yaitu sebesar 0%, 0,3%, 0,6%, dan 0,8%.

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan dari perlakuan tersebut didapatkan hasil bahwa beton porous pada umur 28 hari tanpa penambahan *superplasticizer* memiliki kuat tekan sebesar 9,521 MPa, kuat tarik belah sebesar 4,929 MPa, dan laju alir sebesar 814,073 liter/meter²/menit. Hasil pengujian dengan penambahan *superplasticizer* didapatkan hasil tertinggi dengan prosentase 0,6% yaitu kuat tekan sebesar 16,456 MPa, kuat tarik belah sebesar 6,353 MPa, dan laju alir sebesar 489,803 liter/meter²/menit. Nilai kuat tekan yang diperoleh dari hasil penelitian ini dapat diaplikasikan untuk area yang tidak memerlukan kuat tekan yang tinggi, yaitu dapat diaplikasikan pada area pejalan kaki, taman, dan penggunaan lain. Nilai mutu dan klasifikasi tercantum pada SNI 03-0691-2002 untuk pengaplikasian yang disebutkan di atas termasuk dalam kuat tekan 12,5 – 15 MPa. Berdasarkan perhitungan harga yang telah dilakukan, maka didapatkan harga beton porous per m³ senilai sebesar Rp. 894.389.

SUMMARY

The Effect of Superplasticizer Percentage Variations on the Mechanical Properties and Porosity of Porous Concrete: Yulia Wahyuning Tyas, 161910301029; 2019; 71 page; Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember.

The terms of construction in infrastructure development continues to increase. This is proven by the existence of a work program from the government that always increases developments in the interests of the Indonesian people. The existence of infrastructure development causes many land transfer functions to occur, therefore the capacity for infiltration land is low. This is caused by the use of land cover that is waterproof. This situation is very triggering the occurrence of flood. Various kinds of innovations and breakthroughs to solve these problems are the application of porous concrete. Porous concrete is a special concrete that is used as a concrete plate that can escape rainwater and water from other sources, thereby reducing surface runoff and increasing groundwater levels (NRMCA, 2004). The use of porous concrete can be used to solve current problems.

Making porous concrete carried out in this study aims to see the characteristics of porous concrete which includes testing the compressive strength, tensile strength, flow rate and porosity. The process of this research includes material preparation, material testing, mix design planning, and finally test specimens. This study uses type I cement, 10 mm coarse aggregate, zone 2 fine aggregate, 20% fine aggregate. In addition, this study uses chemicals in the form of superplasticizers with various percentages of 0%, 0.3%, 0.6% and 0.8%.

Based on the results of tests carried out from the treatment, it was found that porous concrete at 28 days without the addition of superplasticizer has a compressive strength of 9.521 MPa, a tensile strength of 4.929 MPa, and a flow rate of 814,073 liters / meters² / minute. The test results with the addition of superplasticizer obtained the highest results with a percentage of 0.6%, namely compressive strength of 16.456 MPa, split tensile strength of 6.353 MPa, and flow rate of 489.803 liters / meter² / minute. Compressive strength values obtained from the results of this study can be applied to areas that do not require high compressive strength, which can be applied to pedestrian areas, parks, and other uses. Quality and classification values are listed in SNI 03-0691-2002 for the applications mentioned above included in compressive strengths of 12.5-15 MPa. Based on the calculation of the price that has been done, the porous concrete price per m³ is obtained as much as Rp. 894.389.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, hidayah serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Variasi Prosentase *Superplasticizer* Terhadap Sifat Mekanik dan Porositas Beton Berpori”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, arahan, serta bimbingan dari berbagai pihak, sehingga skripsi ini mampu terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Dr. Gusfan Halik, S.T., M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember.
3. Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas Jember.
4. Dwi Nurtanto, S.T., M.T dan Dr. Ir. Krisnamurti, M.T selaku dosen pembimbing.
5. Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T dan Luthfi Amri Wicaksono, S.T., M.T selaku dosen penguji.
6. Seluruh Dosen dan Staf Karyawan Fakultas Teknik Universitas Jember.
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Penulis berharap semoga skripsi ini berguna dan memberikan manfaat bagi semua orang.

Jember, Januari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERNYATAAN	vi
HALAMAN PEMBIMBING	vii
HALAMAN PENGESAHAN	viii
RINGKASAN	ix
SUMMARY	x
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Batasan Masalah	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Beton	5
2.2 Beton Porous	6
2.2.1 Kelebihan dan Kekurangan Beton Porous.....	7
2.3 Semen Portland	7
2.4 Air	9
2.5 Bahan Tambah	9
2.6 Pengujian	12
2.6.1 Pengujian Material.....	12

2.6.2 Pengujian Beton.	16
2.6.3 Analisis dan Pembahasan.....	17
2.7 Penelitian Sebelumnya Terkait Beton Porous.....	18
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Metode Pelaksanaan.....	21
3.2 Studi Kepustakaan.	23
3.3 Tempat dan Waktu.	24
3.4 Persiapan Alat dan Bahan.	24
3.5 Variabel Penelitian.	25
3.5.1 Variabel Bebas (Independen).....	25
3.5.2 Variabel Terikat (Dependen).	25
3.5.3 Variabel Kontrol/Kendali.	25
3.6 Rancangan Penelitian.....	26
3.7 Prosedur Penelitian.	27
3.7.1 Pengujian Material.	27
3.7.2 Pembuatan Campuran Benda Uji.	34
3.7.3 Pembuatan Benda Uji.	34
3.7.4 Perawatan Benda Uji.	35
3.7.5 Pengujian Benda Uji.....	35
3.7.6 Analisa dan Pembahasan.	36
3.8 Rencana Anggaran Biaya.....	37
3.9 Rencana Jadwal Penelitian.	37
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Data Pengujian Material.	42
4.1.1 Agregat Kasar.	42
4.1.2 Agregat Halus.	43
4.1.3 Semen.....	44
4.2 Proporsi Campuran.	45
4.2.1 Proporsi Campuran Benda Uji.....	45
4.3 Hasil Trial.....	45
4.4 Data Hasil Pengujian.....	47

4.4.1 Pengujian Slump.....	47
4.4.2 Hasil Pengujian Berat Volume dan Kuat Tekan.....	51
4.4.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, Laju Alir dan Porositas.....	53
4.5 Analisis Regresi.....	57
4.5.1 Analisis Pengujian Beton dengan Regresi.....	57
4.6 Hubungan Pengujian Sifat Mekanik dan Porositas Beton.....	63
4.7 Rancangan Biaya Material Pembuatan Beton Porous per m³.....	66
BAB 5 PENUTUP	
5.1 Kesimpulan.....	68
5.2 Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram <i>Flowchart</i> Penelitian.	23
Gambar 4.1 Grafik Gradasi Agregat Halus Zona 2.	43
Gambar 4.2 Pengujian Slump 0%.....	47
Gambar 4.3 Pengujian Slump 0,3%.....	48
Gambar 4.4 Pengujian Slump 0,6%.....	49
Gambar 4.5 Pengujian Slump 0,8%.....	50
Gambar 4.6 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan.....	53
Gambar 4.7 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah.	54
Gambar 4.8 Grafik Hasil Pengujian Laju Alir.....	55
Gambar 4.9 Grafik Hasil Pengujian Porositas.....	56
Gambar 4.10 Grafik Regresi Kuat Tekan 7 Hari.	57
Gambar 4.11 Grafik Regresi Kuat Tekan 28 Hari.	57
Gambar 4.12 Grafik Regresi Kuat Tarik Belah 7 Hari.	58
Gambar 4.13 Grafik Regresi Kuat Tarik Belah 28 Hari.	59
Gambar 4.14 Grafik Regresi Laju Alir 7 Hari.....	60
Gambar 4.15 Grafik Regresi Laju Alir 28 Hari.....	60
Gambar 4.16 Grafik Regresi Porositas 7 Hari.....	61
Gambar 4.17 Grafik Regresi Porositas 28 Hari.....	62
Gambar 4.18 Hubungan Kuat Tekan Dengan <i>Superlasticizer</i>	64
Gambar 4.19 Hubungan Kuat Tarik Belah Dengan <i>Superlasticizer</i>	64
Gambar 4.20 Hubungan Laju Alir Dengan <i>Superlasticizer</i>	65
Gambar 4.21 Hubungan Porositas Dengan <i>Superlasticizer</i>	65

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Batas Gradasi Agregat Halus.	15
Tabel 2.2 Penelitian Sebelumnya.	18
Tabel 3.1 Matrik Jumlah Benda Uji Beton Porous.....	26
Tabel 3.2 Rencana Jadwal Penelitian.....	38
Tabel 3.3 Matrik Penelitian.	39
Tabel 4.1 Analisis Pengujian Agregat Kasar.....	42
Tabel 4.2 Analisis Pengujian Agregat Halus.....	43
Tabel 4.3 Analisis Pengujian Semen <i>PPC</i>	44
Tabel 4.4 Proporsi Campuran Benda Uji.	45
Tabel 4.5 Hasil Trial Pengujian Kuat Tekan Umur 7 dan 28 Hari.	46
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 7 Hari.	51
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 28 Hari.....	52
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Kuat Tekan.	53
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah.....	54
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Laju Alir.	55
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Porositas.	56
Tabel 4.12 Rancangan Biaya Material per m ³	66

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dunia bidang konstruksi dalam hal pembangunan infrastruktur terus mengalami peningkatan. Hal ini terbukti dengan adanya program kerja dari pemerintah yang selalu meningkatkan pembangunan-pembangunan untuk kepentingan masyarakat Indonesia. Adanya pembangunan infrastruktur maka menyebabkan fungsi alih lahan banyak terjadi, oleh karena itu kapasitas untuk lahan infiltrasi menjadi rendah. Hal ini disebabkan oleh penggunaan penutup lahan yang kedap terhadap air. Keadaan ini sangat memicu terjadinya musibah banjir. Menteri Negara Lingkungan Hidup (Men-LH), Rachmat Witoelar, menyebutkan penyebab terjadinya banjir di Jakarta karena berkurangnya daerah resapan air akibat didirikannya bangunan secara besar-besaran.

Berbagai macam inovasi dan terobosan untuk memecahkan masalah tersebut adalah dengan dilakukannya pengaplikasian beton berpori. Beton berpori merupakan beton khusus yang digunakan sebagai pelat beton yang dapat meloloskan air hujan dan air dari sumber lain, sehingga mengurangi limpasan permukaan dan meningkatkan muka air tanah (NRMCA, 2004). Penggunaan beton berpori dapat digunakan untuk memecahkan permasalahan yang terjadi saat ini.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Monica F.K, dkk, 2019 dalam pembuatan beton porous ini menggunakan sejumlah sampel dengan komposisi variasi ukuran agregat kasar. Ada empat variasi yang diuji, yakni variasi 1 dengan komposisi 55% dan 45%, Variasi 2 dengan komposisi 55% dan 45%, Variasi 3 dengan komposisi 100%, Variasi 4 dengan komposisi 45% dan 55%. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa untuk parameter nilai kuat tekan optimum didapat pada variasi ke 4, sedangkan untuk parameter permeabilitas optimum didapat pada variasi ke 3 dengan jenis agregat yang seragam yaitu agregat lolos saringan 1/2'' tertahan 3/8''. Penelitian yang dilakukan oleh Arusmalem Ginting, dkk, 2014 dalam pembuatan beton porous dengan penambahan variasi pasir

sebanyak 0%, 10%, dan 20%. Kuat tekan tertinggi diperoleh pada penambahan variasi pasir sebanyak 20%. Selain itu, penelitian ini juga membandingkan nilai faktor air semen 0,3 dan 0,4 didapatkan hasil bahwa kuat tekan beton berpori dengan menggunakan faktor air semen 0,3 lebih besar dari 0,4. Sedangkan untuk nilai porositas beton berpori dengan menggunakan faktor air semen 0,3 lebih besar dari 0,4.

Berdasarkan penelitian terdahulu yang telah dijelaskan bahwa dalam pembuatan beton porous tersebut tanpa menggunakan bahan *admixture*, oleh karena itu penelitian ini menggunakan variasi prosentase bahan *admixture* berupa *superplasticizer*. Penelitian beton porous ini dilakukan dengan penambahan pasir guna untuk mencapai kuat tekan rencana tanpa mengurangi dari karakteristik beton porous. Dilakukannya penambahan pasir kedalam campuran bertujuan untuk mengurangi volume rongga pori pada beton sampai batas tertentu. Penambahan pasir sesuai dengan batasan yang diatur dalam mix desain ACI 522R 10 adalah sebesar 10-20 % dari berat agregat kasar. Kuat tekan yang sesuai rencana maka dengan mudah diaplikasikan pada bangunan yang diinginkan. Berdasarkan penelitian sebelumnya yang telah dijelaskan di atas, penggunaan agregat kasar dengan ukuran yang seragam dapat diperoleh nilai permeabilitas yang optimum. Penelitian ini menggunakan agregat kasar berukuran seragam dengan ukuran maksimum 10 mm guna untuk memperoleh nilai permeabilitas yang tinggi.

Beton berpori kuat tekan yang dihasilkan akan lebih rendah jika dibandingkan dengan beton konvensional, maka untuk memperoleh kuat tekan rencana maka harus digunakan faktor air semen (fas) yang rendah. Namun jika penggunaan fas terlalu kecil, maka pembuatan beton menjadi sulit dan pematatan beton tidak maksimal sehingga menyebabkan beton keropos (Pujianto, 2010). Menghindari hal tersebut, maka dapat digunakan *superplasticizer*. Berdasarkan ASTM C494-82 bahan tambah jenis *superplasticizer* berfungsi untuk meminimalisir penggunaan air untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih. Penggunaan *superplasticizer* sesuai dengan dosis yang telah ditetapkan dari PT. Sika. Pengurangan air bertujuan untuk

menghasilkan kekuatan beton yang lebih tinggi dengan air yang sedikit tetapi *workability* tetap terjaga. Pori – pori pada benda uji akan tercipta dengan baik, sehingga dapat mengalirkan laju air dengan baik.

1.2 Rumusan Masalah :

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana karakteristik beton porous dengan penambahan variasi *superplasticizer* pada pengujian sifat mekanik dan porositas?
2. Bagaimana perbandingan sifat mekanik dan porositas pada beton porous sesuai dengan variasi penambahan *superplasticizer*?
3. Berapa nilai optimum prosentase *superplasticizer* dengan biaya material per m³ untuk pembuatan benda uji beton porous dengan hasil kuat tekan tertinggi?

1.3 Tujuan :

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui karakteristik beton porous dengan penambahan variasi *superplasticizer* terhadap pengujian sifat mekanik dan porositas.
2. Mengetahui perbandingan sifat mekanik dan porositas pada beton porous sesuai dengan variasi penambahan *superplasticizer*.
3. Mengetahui nilai optimum prosentase *superplasticizer* dengan biaya material per m³ untuk pembuatan benda uji beton porous.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Menambah bahan kajian pada beton porous dengan penambahan pasir dan *superplasticizer* pada sifat mekanik dan porositas.

2. Penggunaan beton porous dapat mengurangi masalah banjir akibat dari berkurangnya daerah resapan air.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Pengujian yang dilakukan adalah untuk mengetahui kuat tekan, kuat tarik belah, laju alir, dan porositas pada beton porous.
2. Ukuran diameter yang digunakan dalam agregat kasar adalah diameter 10 mm.
3. Perhitungan biaya beton porous yang dihitung adalah yang memiliki nilai kuat tekan tertinggi.
4. Perhitungan harga satuan material berdasarkan dari survey harga di pasar dan kemudian dirata-rata.
5. Pasir yang digunakan adalah pasir Lumajang yang bergradasi zona 2
6. *Superplasticizer* yang digunakan adalah jenis *Viscocrete 3115N*

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Beton adalah campuran bahan komposit yang tersusun beberapa material dengan bahan utamanya berupa campuran semen, pasir, kerikil, air dan atau tanpa bahan tambah campuran lain dengan proporsi sesuai dengan kadar tertentu. Beton adalah campuran komposit, kualitas beton yang dihasilkan dipengaruhi oleh kualitas material yang digunakan. (Kardiyono Tjokrodimulyo, 2007).

Berdasarkan data berat jenisnya, agregat yang digunakan pada beton dibedakan menjadi (Tjokrodimuljo, 1996):

1. Agregat normal, adalah agregat yang memiliki nilai berat jenis antara 2,5 hingga 2,7. Agregat ini biasanya berasal dari agregat kuarsa, basalt, granit dan sebagainya.
2. Agregat berat, adalah agregat yang berat jenisnya lebih dari 2,8 seperti barites (BaSO_4) atau serbuk besi dan magnetic (Fe_3O_4).
3. Agregat ringan, adalah yang memiliki nilai berat jenis kurang dari 2 dan sering diaplikasikan untuk bangunan non struktural.

Untuk menghasilkan kuat tekan beton yang sesuai dengan kebutuhan, maka dibutuhkan perhitungan mix design untuk menentukan proporsi kebutuhan masing-masing bahan penyusun beton. Selain itu, adonan beton harus dalam kondisi yang homogen agar tidak mengalami segregasi. Selain perbandingan proporsi bahan penyusun beton, kuat tekan beton ditentukan oleh kepadatan campuran bahan penyusunnya. Rongga pada campuran beton semakin kecil, semakin tinggi kuat tekan beton yang dihasilkan. Syarat terpenting dalam pembuatan campuran beton adalah:

1. Beton segar harus dapat dituang dan mudah untuk dikerjakan.
2. Beton yang dibuat harus kuat dan mampu menahan beban yang telah direncanakan.
3. Beton yang dibuat harus memiliki nilai ekonomis.

2.2 Beton Porous

Beton porous merupakan beton khusus yang digunakan sebagai pelat beton sehingga air hujan dan air dari sumber lain dapat lolos, maka dapat meningkatkan muka air tanah dan mengurangi limpasan permukaan (NRMCA, 2004). Beton porous terdiri dari campuran air, agregat kasar dan semen dan sedikit atau tidak sama sekali menggunakan agregat halus. Beton porous memiliki rongga yang dapat meloloskan air. Volume rongga yang terjadi pada beton porous antara 15% hingga 35% (Park, S., et al., 2004). Volume rongga dan kuat tekan beton porous dipengaruhi oleh jenis agregat yang digunakan. Agregat kasar pada campuran beton dapat menggunakan agregat ukuran seragam, maupun kombinasi dari beberapa ukuran.

Berdasarkan ACI 522R-10 *Report on Pervious Concrete* beton porous memiliki nilai slump yang mendekati nol, bahan pembuat beton porous yang terdiri dari semen portland, air, kerikil, sedikit atau tidak ada pasir, dan dapat digunakan bahan tambah lainnya. Campuran bahan-bahan ini akan menghasilkan bahan yang mengeras dan memiliki pori-pori. Ukuran agregat kasar dapat digunakan mulai dari ukuran 0,08 hingga 0,32 in. (2 hingga 8 mm), dengan tujuan agar air dapat melewati rongga dengan mudah. Pori-pori pada beton porous bernilai antara 15 hingga 35%, dengan kekuatan tekan khas 400 hingga 4000 psi (2,8 hingga 28 MPa). Tingkat laju alir yang dapat tembus pada beton porous akan bervariasi berdasarkan ukuran agregat dan kerapatan campuran, tetapi umumnya akan jatuh ke dalam jarak dari 2 hingga 18 gal./min/ft² (81 hingga 730 L / mnt / m²) atau 192 hingga 1724 in./h (0,14 hingga 1,22 cm / s).

Beberapa jenis bahan tambah (*admixture*) yang dapat digunakan dalam pembuatan beton porous misalnya *superplasticizer* yang berfungsi meningkatkan kelecakan beton. Selain itu dapat digunakan *retarder* yang berfungsi mencegah pengerasan beton yang terlalu cepat. Beton porous sering diaplikasikan pada perkerasan jalan, karena untuk mengurangi terjadinya gelincir. Selain itu beton porous juga berfungsi untuk mengurangi suara bising. Beton porous juga diaplikasikan untuk lapangan parkir dan jalan pejalan kaki serta jalan umum yang membutuhkan beban lalu lintasnya rendah hingga sedang.

2.2.1 Kelebihan dan Kekurangan Beton Porous

Beton Porous mempunyai beberapa kelebihan diantaranya adalah :

- a. *Low Shrinkage*, yaitu penyusutan total beton porous pada saat mengeras. Tingkat penyusutan beton porous lebih cepat jika dibandingkan dengan beton padat biasa. Penyusutan beton porous terjadi 50% hingga 80% dalam 10 hari. Sedangkan penyusutan beton pada 20% hingga 30%. Bahaya retak beton porous lebih kecil jika dibandingkan dengan beton biasa.
- b. *Light Weight*, dihasilkan beton yang ringan, karena agregat yang digunakan ringan.
- c. *Thermal insulation*, yaitu beton porous dapat mereduksi panas.
- d. *Eliminated segregation*, kecil terjadinya segregasi atau pemisahan agregat.
- e. *Reduce cement demand*, kebutuhan semen yang sedikit, karena tidak menggunakan pasir maka semen tidak digunakan menyelimuti permukaan.
- f. *Simple*, cara pembuatannya yang mudah dan tidak membutuhkan waktu yang lama.
- g. *Sound insulation*, dapat mengurangi suara bising.
- h. *Environment Friendly*, beton yang mudah meloloskan air dan dapat digunakan sebagai sumur resapan sehingga meningkatkan resapan ke dalam tanah.

Beton Porous mempunyai beberapa kekurangan diantaranya adalah :

- a. Bersifat porous, beton porous tidak disarankan diaplikasikan dengan baja tulangan karena sifatnya yang porous sehingga dapat mempercepat laju korosi pada struktur.
- b. Kuat tekan yang rendah, karena bobot beton porous ringan maka kuat tekan beton yang didapatkan rendah sehingga pengaplikasiannya terbatas.

2.3 Semen Portland

Semen portland adalah bahan ikat yang digunakan pada bidang konstruksi. Semen portland jika dicampur dengan air maka akan menjadi pasta semen, sedangkan jika dicampur dengan pasir kemudian ditambah dengan air maka

menjadi mortar semen, serta jika ditambahkan dengan kerikil maka menjadi beton. Menurut PUBI, 1982 Semen Portland adalah semen hidrolis yang diproduksi dengan menghaluskan klinker yang terdiri dari silikat kalsium yang bersifat hidrolis serta ditambah dengan gips. Fungsi semen portland adalah untuk merekatkan agregat pada bahan penyusun beton agar diperoleh campuran yang homogen dan padat, selain itu berfungsi untuk mengisi rongga diantara agregat (Tjokrodimuljo, 1996).

Menurut ASTM maupun Standar Nasional Indonesia (SNI) semen dibagi menjadi 5 jenis, yaitu:

- a. Tipe I (*Ordinary Portland Cement*)
- b. Tipe II (*Modified Cement*)
- c. Tipe III (*Rapid-Hardening Portland Cement*)
- d. Tipe IV (*Low-Heat Portland Cement*)
- e. Tipe V (*Sulphate-Resisting Cement*)

Penelitian ini menggunakan semen PPC “Portland Pozzolan Cement”. Berdasarkan SNI 15-0302-2004 semen Portland Pozzolan adalah semen hidrolis yang tersusun dari semen portland dengan pozzolan halus. Semen ini dihasilkan dengan cara menggiling klinker secara bersamaan antar semen portland dan pozzolan. Selain itu juga dapat dilakukan dengan mencampur bubuk semen portland dengan bubuk pozzolan secara merata. Campuran ini dapat dicampur dengan kadar pozzolan 6% hingga 40% massa semen portland pozzolan. Semen PPC tersebut dapat digunakan dengan secara luas diantaranya :

- a. Konstruksi beton massa (irigasi, bendungan dan dam)
- b. Konstruksi Beton yang membutuhkan ketahanan terhadap kadar sulfat yaitu pada bangunan tepi pantai dan tanah rawa
- c. Bangunan/instalasi yang membutuhkan daya tahan kedap air yang tinggi
- d. Pekerjaan pada pasangan dan plesteran.

2.4 Air

Air adalah bahan penyusun campuran beton yang berfungsi untuk menghasilkan reaksi dengan semen. Selain itu air memiliki fungsi sebagai pelumas antara agregat kasar dan agregat halus agar campuran beton dapat dikerjakan dengan mudah dan dapat dipadatkan. Air dibutuhkan pada proses hidrasi campuran beton segar yaitu kurang lebih air yang digunakan sebanyak 25% dari berat semen yang digunakan. Namun, kenyataannya jika nilai faktor air semen (fas) yang digunakan kurang dari 35%, maka menyebabkan beton sulit untuk dikerjakan. Sehingga beton yang dihasilkan keropos dan kuat tekan menjadi rendah. Kebutuhan air yang diperlukan untuk proses hidrasi yaitu bertujuan agar beton segar mencapai kelecakan tertentu sehingga mudah untuk dikerjakan. Selanjutnya air yang lebih akan mengalami penguapan atau tertinggal di dalam beton dan menimbulkan pori-pori.

Penggunaan air sebagai bahan campuran beton harus mempertimbangkan beberapa aspek diantaranya kandungan lumpur maksimal 2 gr/lt, tidak mengandung klorida lebih dari 0,5 gr/lt, kandungan garam – garam yang dapat merusak campuran beton maksimal 15 gr/lt, serta kandungan sulfur maksimal sebesar 1 gr/lt. Menurut Tjokrodinuljo, 1996 secara umum air dapat dikatakan memenuhi persyaratan sebagai bahan pencampur beton apabila dapat menghasilkan kuat tekan lebih besar 90% dari kuat tekan campuran beton yang menggunakan air suling. Syarat air yang baik untuk direaksikan pada pembuatan campuran beton menurut PUBI 1982 adalah :

- a. Air harus dalam keadaan bersih.
- b. Air tidak mengandung minyak, lumpur dan benda terapung lainnya
- c. Tidak mengandung benda-benda yang tercampur benda padat lebih dari 2 gr/lt.
- d. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton lebih dari 5 gr/lt.

2.5 Bahan Tambah

Bahan tambah adalah bahan kimia selain komposisi utama penyusun beton (air, semen, agregat kasar dan agregat halus) yang dapat ditambahkan pada

campuran beton. Penambahan bahan kimia dapat dicampur sebelum, sesudah atau selama pencampuran beton dengan tujuan untuk mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton ketika masih dalam keadaan beton segar atau setelah mengering. Bahan tambah memiliki fungsi antara lain : menambah kelecakan (*workability*) beton segar, mempercepat pengerasan, meningkatkan daktilitas, menambah kuat tekan beton, mengurangi terjadinya retak-retak dan sebagainya. Bahan tambah diberikan dalam jumlah yang relatif sedikit dan sesuai dengan kadar yang disarankan pada aturan. Penambahan bahan tambah tidak boleh berlebihan karena akan memperburuk sifat beton (Tjokodimuljo, 1996).

Bahan tambah menurut penggunaannya dapat dibagi menjadi dua macam yaitu *admixtures* dan *additives*. *Admixtures* adalah bahan yang ditambahkan sebelum, atau selama pencampuran beton di dalam mesin *mixer concrete* selain bahan penyusun utamanya. *Admixtures* berfungsi untuk merubah sifat beton pada saat kondisi segar atau setelah mengering. Selain itu, *additive* adalah semua bahan yang ditambahkan dan dicampurkan secara bersamaan pada saat memproduksi semen.

Menurut Tjokrodimuljo, 1996 *Chemical Admixtures* adalah bahan tambah berupa bahan kimia yang dicampurkan pada campuran beton yang bertujuan untuk memperoleh sifat yang berbeda pada beton dalam kondisi beton segar maupun setelah mengeras. Sifat yang dimaksud yaitu meliputi waktu pengikatan yang lebih cepat atau lambat serta sifat kemudahan untuk dikerjakan. *Superplasticizer* adalah jenis *chemical admixtures* yang sering digunakan untuk bahan tambah pada beton segar. Penambahan *superplasticizer* yaitu untuk meningkatkan suatu kelecakan tertentu, mengurangi penggunaan air, mengurangi slump loss, mencegah terjadinya segregasi atau pemisahan agregat, menambah kadar udara, serta memperlambat proses waktu pengikatan. Jenis bahan tambah kimia menurut ASTM C494-82 adalah sebagai berikut ini.

a. Tipe A (*Water Reducing Admixtures*)

Bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah penggunaan air untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu.

b. Tipe B (*Retarding Admixture*)

Admixture Tipe B adalah bahan tambah yang berfungsi untuk memperlambat waktu pengikatan (*setting time*).

c. Tipe C (*Accelerating Admixture*)

Tipe C merupakan bahan tambah yang berfungsi untuk mempercepat waktu pengikatan beton dan mempercepat kekuatan awal beton.

d. Tipe D (*Water Reducing and Retarding Admixture*)

Bahan tambah yang memiliki fungsi ganda, yang digunakan untuk mengurangi jumlah air sesuai dengan konsistensi tertentu dan digunakan untuk memperlambat waktu pengikatan.

e. Tipe E (*Water Reducing and Accelerating Admixtures*)

Tipe E merupakan bahan tambah yang berfungsi ganda, yaitu untuk mengurangi penggunaan jumlah air untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan mempercepat waktu pengikatan.

f. Tipe F (*Water Reducing High Range Admixtures*)

Bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah penggunaan air sebanyak 12% atau lebih pada saat pencampuran beton dengan menghasilkan konsistensi tertentu. Jenis bahan tambah ini adalah *superplasticizer*. Pengurangan air pada penggunaan *superplasticizer* sangat tinggi, hal ini bertujuan agar kuat tekan beton yang didapatkan lebih tinggi dengan menggunakan sedikit air tetapi *workability* tetap terjaga dengan baik. Dosis yang disyaratkan yaitu sesuai dengan produk data sheet. Penggunaan dosis yang melebihi batas maka menyebabkan kuat tekan menjadi rendah.

g. Tipe G (*Water Reducing High Range Retarding Admixtures*)

Tipe G merupakan bahan tambah gabungan antara *superplasticizer* dengan bahan penunda waktu pengikatan beton. Bahan ini berfungsi untuk mengurangi jumlah pemakaian air yang digunakan untuk memperoleh campuran beton dengan konsistensi tertentu, pengurangan air yaitu sebesar 12% atau lebih. Selain itu tipe ini berfungsi untuk memperlambat proses waktu pengikatan.

2.6 Pengujian

2.6.1 Pengujian Material

a. Agregat Kasar

1) Perhitungan Berat Volume (SNI 03-4804-1998)

Berat volume adalah perbandingan antara berat agregat dan isi/volume. Berat volume agregat dibutuhkan dalam perhitungan bahan penyusun beton, ketika jumlah bahan yang dibutuhkan ditakar dalam ukuran volume.

$$BV = \frac{(W2 - W1)}{V} \dots\dots\dots(2.1)$$

dimana :

W1 = Berat silinder (g)

W2 = Berat silinder+kerikil (g)

V = Volume silinder (cm³)

BV = Berat volume (g/cm³)

2) Perhitungan Berat Jenis (SNI 1969:2008)

Sesuai dengan persyaratan SNI 1969-2008, yaitu berat jenis bulk agregat kasar minimum 2,5.

$$Bj \text{ kerikil} = \frac{W1}{(W1 - W2)} \dots\dots\dots(2.2)$$

dimana :

BJ = Berat jenis kerikil (g/cm³)

W1 = Berat kerikil di udara (g)

W2 = Berat kerikil di air (g)

3) Perhitungan Kelembaban (SNI 1969:2008)

$$Kk = \frac{(W1 - W2)}{W2} \times 100 \% \dots\dots\dots(2.3)$$

dimana :

Kk = Kelembaban kerikil (%)

W1 = Berat kerikil asli (g)

W2 = Berat kerikil oven (g)

4) Perhitungan Air Resapan (SNI 1969-2008)

Sesuai dengan persyaratan SNI 1969-2008, yaitu penyerapan agregat kasar maksimum 3%.

$$\text{KAR} = \frac{W1 - W2}{W2} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots(2.4)$$

dimana :

KAR = Kadar Air Resapan (%)

W1 = Berat kerikil SSD (g)

W2 = Berat kerikil SSD (g)

5) Perhitungan Kadar Lumpur (SNI 03-1750-1990)

Kadar lumpur agregat normal yang diijinkan SK SNI S-04-1989-F untuk agregat kasar maksimal 1%

$$\text{KL} = \frac{W1 - W2}{W2} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots(2.5)$$

dimana :

KL = Kadar Lumpur (%)

W1 = Berat kerikil kondisi asli (g)

W2 = Berat kerikil oven (g)

6) Perhitungan Keausan dengan Los Angeles (SNI 2417-2008)

Berdasarkan SK SNI 2417-1991, keausan agregat tergolong sebagai berikut :

1. Apabila nilai keausan yang didapatkan > 40%, maka agregat yang diuji tidak baik digunakan untuk bahan perkerasan jalan.
2. Apabila nilai keausan agregat yang diperoleh < 40%, maka agregat yang diuji baik digunakan untuk bahan perkerasan jalan.

$$\text{Keausan} = \frac{W1 - W2}{W2} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots(2.6)$$

dimana :

W1 = Berat benda uji tertahan saringan no.12 (g)

W2 = Berat benda uji semula (g)

b. Agregat Halus

1) Perhitungan Berat Volume (SNI 03-4804-1998)

Berat volume adalah perbandingan antara berat agregat dan isi/volume. Berat isi agregat diperlukan untuk perhitungan bahan campuran penyusun beton, digunakan apabila jumlah bahan ditakar dalam ukuran volume.

$$BV = \frac{(W2 - W1)}{V} \dots\dots\dots(2.7)$$

dimana :

W1 = Berat silinder (g)

W2 = Berat silinder+agregat halus (g)

V = Volume silinder (cm³)

BV = Berat Volume (g/cm³)

2) Perhitungan Berat Jenis (SNI 03-1970-2008)

Sesuai dengan persyaratan SNI 03-1970-2008, yaitu berat jenis pasir berkisar antara 2,5 – 2,9.

$$Bj \text{ pasir} = \frac{W1}{(W1 + W2 - W3)} \dots\dots\dots(2.8)$$

dimana :

BJ = Berat jenis pasir (g/cm³)

W1 = Berat pasir SSD (g)

W2 = Berat piknometer+air (g)

W3 = Berat piknometer+air+pasir (g)

3) Perhitungan Kelembaban (SNI 1969:2008)

$$Kp = \frac{(W1 - W2)}{W2} \times 100 \% \dots\dots\dots(2.9)$$

dimana :

Kp = Kelembaban pasir (%)

W1 = Berat pasir asli (g)

W2 = Berat pasir oven (g)

4) Perhitungan Air Resapan (SNI 03-1969-1990)

Sesuai dengan persyaratan SNI 03-1969-1990, yaitu penyerapan agregat kasar maksimum 3%.

$$KAR = \frac{W1 - W2}{W2} \times 100 \% \dots\dots\dots(2.10)$$

dimana :

KAR = Kadar Air Resapan (%)

W1 = Berat pasir SSD (g)

W2 = Berat pasir SSD (g)

5) Perhitungan Analisa Saringan (SNI 03-1968-1990)

Menurut gradasinya kekasaran agregat halus dibagi menjadi empat kelompok, yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar, dan kasar.

Tabel 2.1 Batas Gradasi Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	Persen Berat Yang Lewat Ayakan			
	1	2	3	4
10	100	100	100	100
4,8	90 – 100	90 – 100	90 – 100	95 – 100
2,4	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 – 100
1,2	30 – 70	55 – 90	75 – 100	90 – 100
0,6	15 – 34	34 – 59	60 – 79	80 – 100
0,3	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 – 50
0,15	0 - 10	0 – 10	0 – 10	0 – 15

c. Semen

Perhitungan Berat Volume Semen

$$BV = \frac{(W2 - W1)}{V} \dots\dots\dots(2.11)$$

dimana :

BV = Berat Volume (g/cm³)

W1 = Berat silinder (g)

W2 = Semen (g)

W2-W1= Berat semen (g)

V = Volume silinder (cm³)

2.6.2 Pengujian Beton

a. Kuat Tekan

Menurut SNI 03-1974-1990 yang dimaksud dengan kuat tekan beton adalah rasio antara beban maksimum yang terjadi dengan luas penampang. Kuat tekan yang dimaksud adalah ketika benda uji mengalami hancur apabila dibebani dengan mesin uji kuat tekan. Persamaan adalah sebagai berikut :

$$f_c' = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(2.12)$$

dimana :

f_c' = Kuat tekan beton (MPa)

P = Beban maksimum (N)

A = Luas penampang (cm^2)

b. Kuat Tarik Belah

Kuat tarik belah beton relatif kecil berkisar antara 10 hingga 15% dari kuat tekan beton, terkadang hingga 20%. Kuat tarik belah nilainya sangat sulit untuk diukur, karena hasilnya berbeda dari beberapa percobaan yang dilakukan dibandingkan dengan pengujian kuat tekan (Ferguson, 1986). Rumus yang digunakan untuk kuat tarik belah beton adalah :

$$f_{ct} = \frac{2P}{dL} \dots\dots\dots(2.13)$$

dimana :

f_{ct} = Kuat tarik belah (MPa)

P = Beban pada waktu belah (N)

d = Diameter benda uji silinder (mm)

L = Panjang benda uji silinder (mm)

c. Laju alir

Laju alir pada *pervious concrete* adalah 3 galon/feet²/menit (288 inchi/jam, 120 liter/meter²/menit, atau 0,2 cm/detik) sampai 8 galon/feet²/menit (770 inchi/jam, 320 liter/meter²/menit, atau 0,54 cm/detik) bahkan terkadang dapat mencapai 17 galon/feet²/menit (650 inchi/jam, 700 liter/meter²/menit, atau

1,2 cm/detik) untuk dilalui air dari permukaan sampai habis. Sama seperti ukuran yang telah dilakukan pada penelitian di Laboratorium. (Sumber : NAA-NRMCA).

d. Porositas

Porositas adalah suatu rasio antara volume rongga udara yang terjadi pada beton dengan volume total dari keseluruhan beton porous. Nilai porositas beton tergantung dari besar kecilnya rongga udara yang terjadi pada beton, semakin besar volume rongga yang terjadi pada beton menyebabkan nilai porositas semakin besar pula. Porositas suatu bahan pada umumnya dinyatakan sebagai porositas terbuka dengan menggunakan rumus (Lawrence H.Van Vlack, 1989) sehingga nilai porositas beton porous dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$P = \left(\frac{Wb - Wk}{Vb} \right) \times \left(\frac{1}{p \text{ air}} \right) \times 100 \% \quad \dots\dots\dots(2.15)$$

dimana:

P = Porositas (%)

Wb = Massa basah benda uji setelah perendaman (gr)

Wk = Massa kering benda uji (gr)

Vb = Volume benda uji (cm³)

p air = Massa jenis air (gr/cm³)

2.6.3 Analisis Dan Pembahasan

a. Persamaan Regresi

Persamaan regresi adalah persamaan matematika yang dapat membuat prediksi atau ekspektasi nilai variabel terikat atas variasi nilai satu atau lebih nilai peubah bebas (Kurniawan, 2008). Persamaan regresi dikatakan linier apabila hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat diagram tebar data dari masing-masing variabel mendekati pola garis lurus, sedangkan hubungan variabel bebas dan variabel terikat yang tidak linier maka regresi dikatakan nonlinier. Persamaan analisis regresi dapat digambarkan dengan sebuah garis regresi. Nilai regresi dikatakan semakin baik apabila jarak antara data dengan titik yang terletak

pada garis regresi saling mendekati. Jarak antara data dengan garis regresi dikuadratkan dan dijumlahkan, oleh sebab itu analisis regresi dikenal dengan analisis *Ordinary Least Square* (Winarmo, 2007).

Fungsi analisis regresi adalah untuk mengetahui variabel-variabel yang memiliki pengaruh terhadap suatu variabel. Berikut merupakan beberapa kegunaan analisis regresi :

1. Membuat estimasi rata-rata dan nilai variabel tergantung dengan nilai variabel bebas yang telah ditentukan.
2. Untuk menguji hipotesis karakteristik dependensi.
3. Meramalkan nilai rata-rata variabel bebas yang didasari nilai variabel bebas diluar jangkauan sampel.

2.7 Penelitian Sebelumnya Terkait Beton Porous

Penelitian sebelumnya dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Penelitian Sebelumnya

No	Peneliti (Tahun)	Metode	Hasil Penelitian
1	Anindia N.A (2018)	- Tanpa menggunakan pasir atau agregat halus - Jenis agregat kasar yang seragam 10 mm - Menggunakan fas 0,3	- Kuat tekan meningkat sebesar 72,03 % - Laju air terdapat peningkatan sebesar 12,299% - Kuat tarik belah meningkat sebesar 40,822%

Tabel 2.2 Penelitian Sebelumnya (Lanjutan)

No	Peneliti (Tahun)	Metode	Hasil Penelitian
		- Variasi dosis <i>admixture</i> yaitu 0 L/m ³ , 10 L/m ³ , 17,5 L/m ³ dan 25 L/m ³	- Beton porous yang paling optimum dihasilkan oleh beton dengan dosis <i>admixture</i> 17,5 L/m ³
2	Yudha H, dkk (2018)	- Variasi agregat kasar ukuran 19 mm, 12,5 mm dan 9,5 mm - Tanpa menggunakan agregat halus - Variasi perbandingan ukuran agregat kasar 1:2:1, 2:1:1 dan 1:1:2	- Hasil pengujian permeabilitas didapatkan nilai terbesar yaitu pada sampel variasi 1 - Nilai permeabilitas rata-rata 0,564 cm/s - Pencampuran variasi gradasi agregat kasar tidak mempengaruhi nilai permeabilitas yang signifikan
3	Monica F.K, dkk (2019)	- Sampel menggunakan komposisi variasi ukuran agregat kasar - Variasi 1 (55% agregat lolos 1/2'' tertahan 3/8'' dan 45% agregat lolos saringan nomor 4 tertahan nomor 8)	- Nilai kuat optimum didapat pada variasi ke 4 - Permeabilitas optimum didapat pada variasi ke 3 dengan jenis agregat yang seragam yaitu agregat lolos saringan 1/2'' tertahan 3/8''

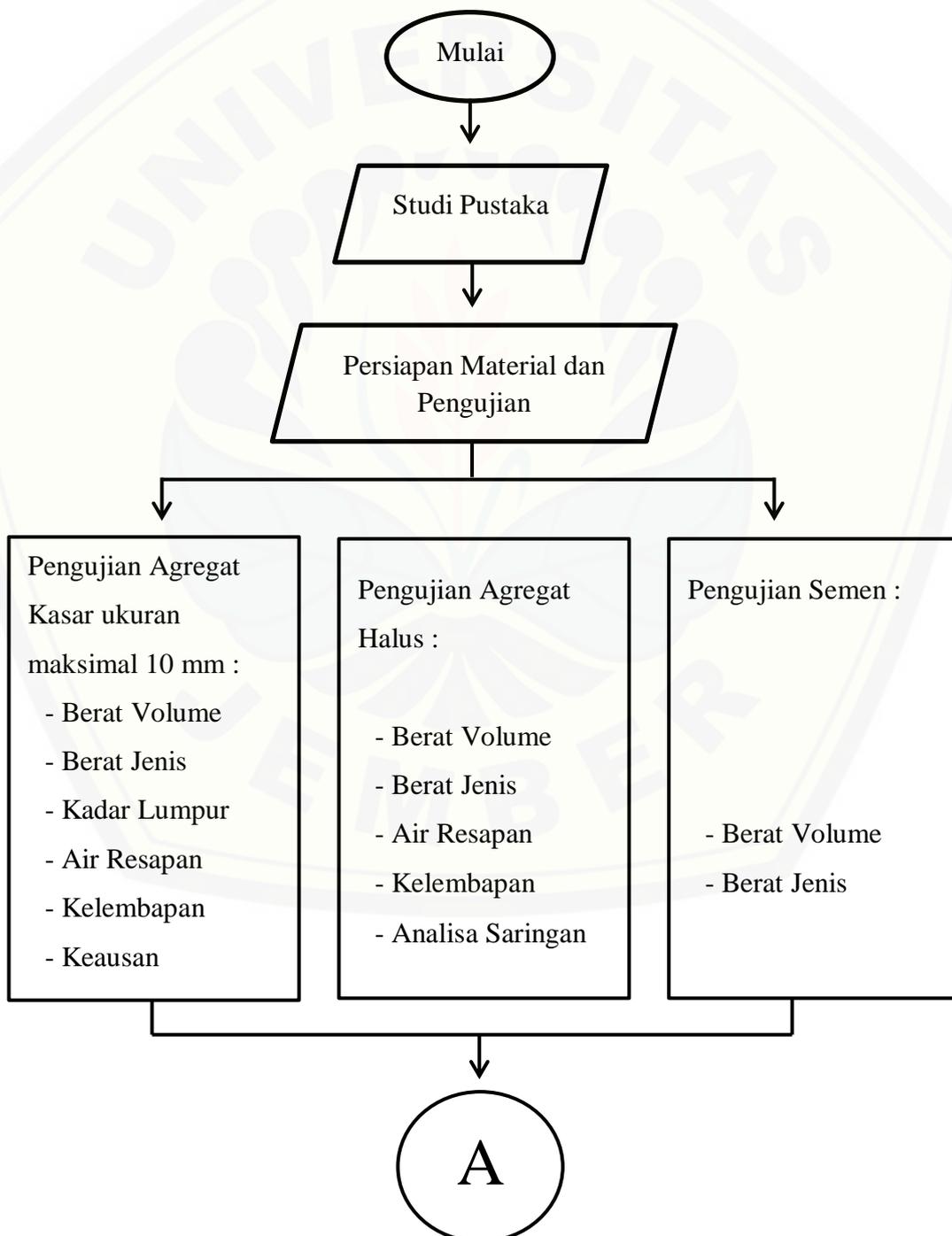
Tabel 2.2 Penelitian Sebelumnya (Lanjutan)

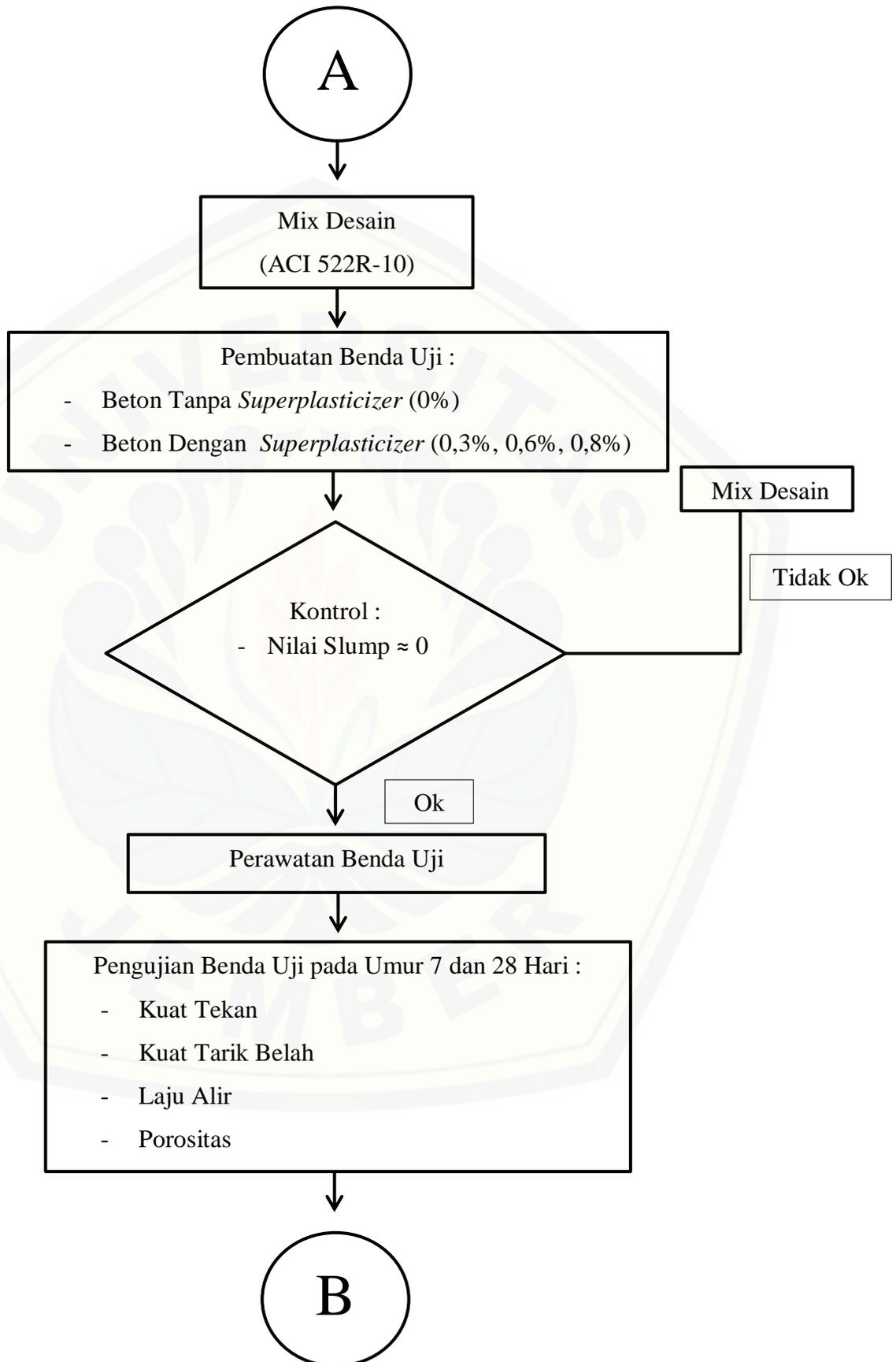
No	Peneliti (Tahun)	Metode	Hasil Penelitian
		<ul style="list-style-type: none"> - Variasi 2 (55% agregat lolos 1/2'' tertahan 3/8'' dan 45% agregat lolos 3/8'' dan tertahan nomor 4) - Variasi 3 (100% agregat lolos 1/2'' tertahan 3/8'') - Variasi 4 (45% agregat lolos 3/4'' tertahan 1/2'' dan 55% agregat lolos 1/2'' tertahan 3/8'') 	
4	Arusmalem Ginting, dkk, (2014)	<ul style="list-style-type: none"> - Penambahan variasi pasir sebanyak 0%, 10%, dan 20%. - Membandingkan antara faktor air semen 0,3 dan 0,4 	<ul style="list-style-type: none"> - Kuat tekan tanpa penambahan pasir sebesar 6,37 Mpa - Kuat Tekan penambahan pasir 10% sebesar 12,84 MPa - Penambahan pasir 20% sebesar 14,46 MPa - Kuat tekan dengan faktor air semen 0,3 lebih besar 0,4 - Porositas dengan faktor air semen 0,3 lebih besar dari 0,4

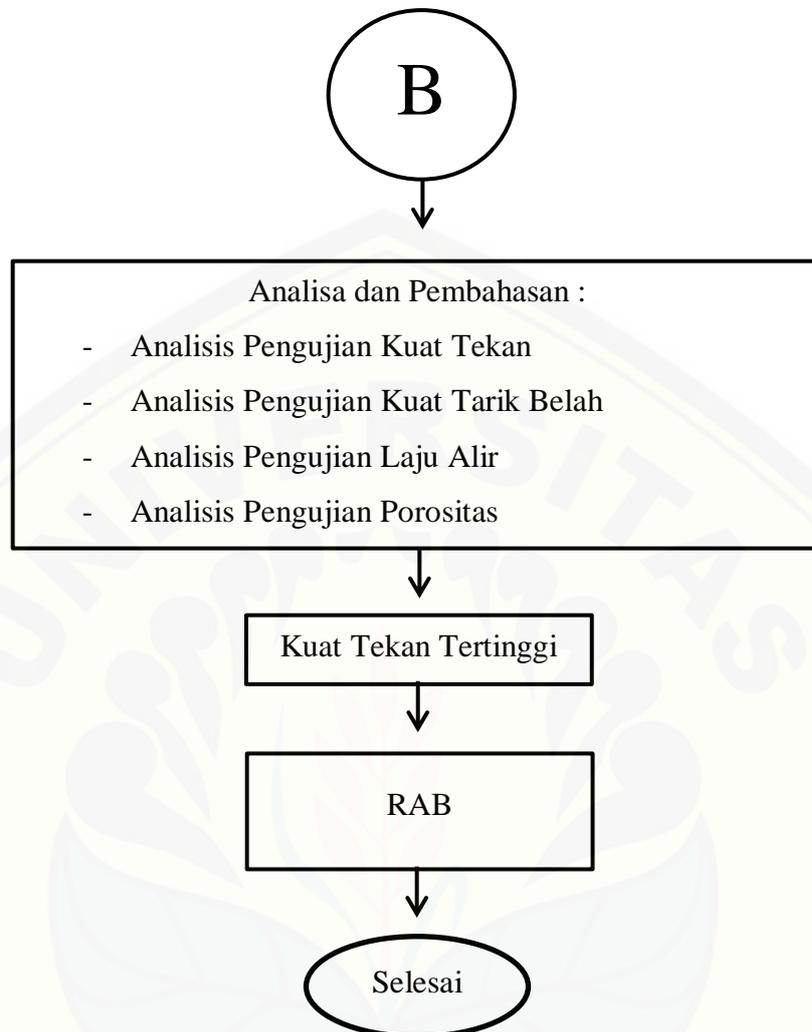
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Pelaksanaan

Metode pelaksanaan pada penelitian ini disajikan secara rinci dalam bentuk tahapan – tahapan yang dapat dilihat pada Gambar 3.1 Diagram *Flowchart* Penelitian agar dalam proses penelitian lebih mudah untuk dilaksanakan.







Gambar 3.1 Diagram *Flowchart* Penelitian

3.2 Studi Kepustakaan

Sebuah kegiatan untuk memperoleh data dan informasi mengenai pengujian yang akan dilakukan, studi pustaka ini dilakukan agar pengujian yang akan dilakukan benar-benar mempunyai dasar yang kuat, teori-teori yang didapat dari sejumlah referensi, buku petunjuk praktikum, dan jurnal ilmiah dari penelitian terdahulu yang berhubungan dengan penelitian ini.

3.3 Tempat dan Waktu

Penelitian ini direncanakan berlangsung di Laboratorium Struktur Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember pada bulan September 2019 – November 2019.

3.4 Persiapan Alat dan Bahan

Persiapan alat dan bahan dari penelitian ini yaitu mempersiapkan alat-alat dan bahan yang akan digunakan sebagai bahan campuran beton lolos air yang akan dibuat.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

1. Timbangan
2. Timbangan 10 kg dan 25 kg
3. Shieve Shaker
4. Saringan ASTM (Shieve)
5. Oven
6. Piknometer 100 cc
7. Loyang
8. Mold Volume 25 kg
9. Keranjang sample
10. Rojokan
11. Mesin molen kapasitas $\frac{1}{2} m^3$
12. Satu set alat slump test
13. Bekisting (cetakan) silinder berukuran diameter 10 cm dengan tinggi 20 cm
14. Mesin uji kuat tekan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

1. Semen PPC
2. Agregat kasar batu pecah berukuran seragam 10 mm (kerikil Jember)
3. Air bersih
4. Agregat halus
5. *Superplasticizer* dari PT. Sika Indonesia

3.5 Variabel Penelitian

Variabel merupakan suatu objek pengamatan dalam suatu penelitian sebagai faktor yang berperan pada penelitian dan mempengaruhi penelitian. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini dikelompokkan menjadi tiga jenis, berikut merupakan jenis variabel :

3.5.1 Variabel Bebas (Independen)

Variabel bebas adalah variabel yang berpengaruh terhadap variabel terikat. Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a. Prosentase variasi *superplasticizer*

3.5.2 Variabel Terikat (Dependen)

Variabel Terikat adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah :

- a. Kuat tekan
- b. Kuat tarik belah
- c. Laju alir
- d. Porositas

3.5.3 Variabel Kontrol/Kendali

Variabel kontrol adalah variabel yang dibuat tetap dan digunakan untuk membandingkan pengaruh dari variabel yang lainnya. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kuat tekan, kuat tarik belah, dan laju alir dalam penelitian ini adalah :

- a. Tipe semen
- b. Jumlah persen agregat halus
- c. Faktor air semen
- d. Ukuran agregat
- e. Curing benda uji
- f. Umur benda uji

3.6 Rancangan Penelitian

Adapun rancangan penelitian ini adalah :

- a. Semen yang digunakan adalah PPC
- b. Agregat kasar yang digunakan berasal dari Kabupaten Jember
- c. Agregat halus yang digunakan adalah gradasi zona 2.
- d. Agregat kasar yang digunakan yaitu seragam dengan ukuran maksimum 10 mm atau lolos ayakan 1/2'' dan tertahan ayakan 3/8''.
- e. Faktor air semen (fas) yang digunakan yaitu 0,3
- f. Air yang digunakan adalah air PDAM di Laboratorium Struktur Fakultas Teknik Universitas Jember
- g. Benda uji berupa silinder berdiameter 10 cm dengan tinggi 20 cm.
- h. Umur perawatan beton yaitu 7 dan 28 hari
- i. Variabel bebas yang digunakan yaitu prosentase penggunaan bahan *superplasticizer* sebesar 0,3 %, 0,6%, dan 0,8%
- j. Benda uji yang akan dibuat yaitu sebanyak 60 buah.

Tabel 3.1 Matrik Jumlah Benda Uji Beton Porous

Kode	Proporsi Campuran	Jumlah Benda Uji		
	Prosentase <i>Superplasticizer</i> (%)	Kuat Tekan	Kuat Tarik Belah	Laju alir
BP 1	0	6	6	3
BP 2	0,3	6	6	3
BP 3	0,6	6	6	3
BP 4	0,8	6	6	3
Jumlah		24	24	12

dimana :

BP 1 = Beton Porous tanpa penambahan *superplasticizer*

BP 2 = Beton Porous dengan penambahan *superplasticizer* 0,3 %

BP 3 = Beton Porous dengan penambahan *superplasticizer* 0,6 %

BP 4 = Beton Porous dengan penambahan *superplasticizer* 0,8 %

3.7 Prosedur Penelitian

3.7.1 Pengujian Material

Pengujian Material pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai sifat fisik dan sifat mekanik dari bahan penyusun beton :

a. Agregat Kasar

1) Berat Volume Kerikil

a) Alat dan Bahan :

- Timbangan
- Wadah baja silinder
- Alat perojok dan besi dengan diameter 16 mm, panjang 60 cm
- Kerikil kering
- Jangka sorong

b) Prosedur Pengujian

- Tanpa rojokan

a. Mengukur tinggi dan diameter wadah baja silinder.

b. Menimbang wadah baja silinder dalam keadaan kering.

c. Meratakan permukaan.

d. Menimbang kerikil dan silinder.

- Dengan rojokan

a. Mengukur tinggi dan diameter wadah baja silinder.

b. Menimbang silinder keadaan kering.

c. Mengisi silinder setiap $\frac{1}{3}$ bagian dengan kerikil kemudian dirojok 25 kali sampai silinder penuh.

d. Meratakan permukaan

e. Menimbang kerikil dan silinder

2) Berat Jenis

a) Alat dan Bahan :

- Timbangan
- Kontainer
- Mounting table

- Keranjang sample
 - Kerikil dalam kondisi *Saturated Surface Dry* (SSD)
 - Air
- b) Prosedur Pengujian
- Merendam kerikil selama 24 jam.
 - Mengangkat kerikil yang telah direndam selama 24 jam kemudian dilap hingga kondisi SSD.
 - Menimbang kerikil dalam kondisi SSD sebanyak 3000 gram.
 - Menimbang berat kerikil di udara.
 - Menimbang berat kerikil di dalam air.
- 3) Air Resapan
- a) Alat dan Bahan
- Timbangan
 - Oven
 - Kerikil dalam kondisi SSD
- b) Prosedur Pengujian
- Merendam kerikil selama 24 jam.
 - Mengangkat kerikil yang telah direndam selama 24 jam kemudian dilap hingga kondisi SSD
 - Menimbang kerikil dalam kondisi SSD sebanyak 500 gram
 - Memasukkan kerikil tersebut ke dalam oven selama 24 jam
 - Mengeluarkan kerikil dari oven dan setelah dingin kemudian ditimbang beratnya.
- 4) Kelembaban Kerikil
- a) Alat dan Bahan
- Timbangan
 - Oven
 - Loyang
 - Kerikil/batu pecah dalam kondisi asli.

b) Prosedur Pengujian

- Menimbang kerikil dalam kondisi asli seberat 500 gram
- Kerikil dimasukkan ke dalam oven selama 24 jam dengan suhu $110 \pm 5^\circ \text{C}$
- Mengeluarkan kerikil dari oven, kemudian setelah dingin ditimbang beratnya.

5) Kadar Lumpur

a) Alat dan Bahan

- Timbangan
- Oven
- Pan/loyang
- Kerikil
- Air

b) Prosedur Pengujian

- Menimbang kerikil kondisi asli seberat 500 gram
- Mencuci kerikil dengan air bersih.
- Meletakkan kerikil dalam oven dengan suhu $110 \pm 5^\circ \text{C}$ selama 24 jam
- Setelah 24 jam kerikil dikeluarkan dari oven, lalu ditunggu hingga dingin kemudian kerikil ditimbang.

6) Keausan Agregat dengan Los Angeles

a) Alat dan Bahan

- Mesin Abrasi Los Angeles

Mesin terdiri dari silinder baja tertutup pada kedua sisi dengan diameter 711 mm (28'') dan panjang dalam 508 mm (20''), silinder bertumpu pada dua poros pendek dan berputar pada poros mendatar, silinder berlubang untuk memasukkan benda uji dan bola baja, penutup lubang terpasang rapat dan dikunci dengan pengunci sehingga permukaan dalam silinder tidak terbuka, pada bagian dalam silinder terdapat bilah baja melintang penuh setinggi 89 mm (3,5'')

- Saringan No.12 (1,7 mm) dan ukuran saringan yang lainnya
- Timbangan

- Wadah
- Bola-bola baja dengan diameter rata-rata 4,68 cm (1 7/8") dan berat masing-masing antara 400 gram sampai 440 gram
- Oven

b) Prosedur Pengujian

- Cara B : Gradasi B, agregat kasar lolos 19 mm hingga tertahan 9,5 mm, jumlah bola 11 buah dengan 500 putaran.
- Menimbang kerikil sebanyak 5000 gram, yaitu dibagi dua antara agregat lolos 19 mm hingga tertahan 9,5 mm.
- Agregat kasar dan bola baja dimasukkan ke dalam mesin Los Angeles.
- Memutar mesin dengan kecepatan 30 sampai 33 rpm, jumlah putaran sebanyak 500.
- Setelah selesai pemutaran, mengeluarkan benda uji dari mesin kemudian menyaring dengan saringan no. 12 (1,7 mm), agregat yang tertahan di atasnya dicuci bersih. Selanjutnya dimasukkan dalam oven dengan temperatur $110 \pm 5^{\circ}$ C hingga berat tetap.

b. Agregat Halus

1) Berat Volume Pasir

a) Alat dan Bahan :

- Timbangan
- Wadah baja silinder
- Alat perojok dan besi dengan diameter 16 mm, panjang 60 cm
- Jangka sorong
- Pasir kering.

b) Prosedur Pengujian

- Tanpa rojokan
- a. Mengukur tinggi dan diameter wadah baja silinder.
- b. Menimbang wadah baja silinder dalam keadaan kering.
- c. Meratakan permukaan.
- d. Menimbang pasir dan silinder.

- Dengan rojokan
- a. Mengukur tinggi dan diameter wadah baja silinder.
- b. Menimbang silinder keadaan kering.
- c. Mengisi silinder tiap $\frac{1}{3}$ bagian dengan pasir kemudian dirojok 25 kali sampai silinder penuh
- d. Meratakan permukaan
- e. Menimbang pasir dan silinder

2) Berat Jenis

a) Alat dan Bahan :

- Timbangan
- Piknometer 100 cc
- Oven
- Loyang
- Pasir

b) Prosedur Pengujian

- Merendam pasir selama 24 jam.
- Mengangkat pasir kemudian pasir dilap hingga mencapai kondisi SSD
- Menimbang piknometer
- Mengisi air ke dalam piknometer hingga penuh lalu ditimbang
- Menimbang pasir pada saat kondisi SSD sebanyak 50 gram
- Memasukkan pasir yang telah ditimbang ke dalam piknometer kemudian ditimbang
- Piknometer yang berisi pasir kemudian diisi air sampai penuh dan diputar-putar hingga gelembung udara keluar.
- Menimbang Piknometer yang berisi pasir dan air.

3) Air Resapan

a) Alat dan Bahan

- Timbangan
- Oven

- Loyang
- Pasir
- b) Prosedur Pengujian
 - Merendam pasir selama 24 jam.
 - Mengangkat pasir kemudian dilap hingga kondisi SSD
 - Menimbang pasir dalam kondisi SSD sebanyak 100 gram
 - Memasukkan loyang yang berisi pasir ke dalam oven selama 24 jam
 - Mengeluarkan pasir dari dalam oven kemudian ditunggu hingga dingin kemudian ditimbang.
- 4) Kelembaban Pasir
 - a) Alat dan Bahan
 - Timbangan
 - Oven
 - Loyang
 - Pasir kondisi asli.
 - b) Prosedur Pengujian
 - Menimbang pasir kondisi asli seberat 250 gram
 - Memasukkan pasir ke dalam oven selama 24 jam dengan suhu $110 \pm 5^\circ \text{C}$
 - Mengeluarkan loyang berisi pasir dari oven kemudian didinginkan lalu ditimbang.
- 5) Analisa Saringan
 - a) Alat dan Bahan
 - Satu set ayakan ASTM
 - Timbangan
 - Shieve shaker
 - Loyang
 - Pasir
 - b) Prosedur Pengujian
 - Menimbang pasir pada keadaan asli sebanyak lebih dari 1500 gram.

- Memasukkan pasir ke dalam oven hingga mencapai keadaan kering oven.
- Mengeluarkan pasir dari dalam oven kemudian ditunggu hingga dingin.
- Menimbang pasir dalam keadaan kering oven sebanyak 1000 gram.
- Memasukkan pasir ke dalam ayakan dan ditata sesuai urutan ukuran saringan paling besar berada di atas dan disusun hingga ukuran terkecil, dan digetarkan dengan Shieve shaker selama 10 menit.
- Menimbang pasir yang tertahan di atas saringan.
- Mengontrol berat pasir 1000 gram.

c. Semen

1) Berat Volume Semen

a) Alat dan Bahan

- Timbangan
- Mold silinder
- Rojokan besi dengan diameter 16 mm dan panjang 60 cm
- Alat perata
- Jangka sorong
- Semen Portland tipe 1

b) Prosedur Pengujian

- Tanpa rojokan
- a. Mengukur tinggi dan diameter mold dengan menggunakan jangka sorong.
- b. Mold ditimbang dalam keadaan kering
- c. Mengisi mold dengan semen kemudian diratakan permukaannya
- d. Menimbang mold yang berisi semen
 - Dengan rojokan
 - a. Mengukur tinggi dan diameter mold dengan menggunakan jangka sorong
 - b. Mold ditimbang dalam keadaan kering
 - c. Mengisi mold dengan semen setiap $\frac{1}{3}$ bagian kemudian dirojok sebanyak 25 kali hingga penuh.
 - d. Meratakan bagian permukaan
 - e. Menimbang mold yang berisi semen.

3.7.2 Pembuatan Campuran Benda Uji

Pembuatan campuran benda uji mengacu pada ACI 522R-10 yaitu *Report on Pervious Concrete*, Sedangkan dosis yang diambil mengacu pada *product data sheet* PT. Sika dari tipe *superplasticizer* yang digunakan. Penggunaan *superplasticizer* akan dibuat menjadi berbagai benda uji sebagai berikut :

1. Untuk pengujian Kuat Tekan

0%	(6 buah)
0,3%	(6 buah)
0,6%	(6 buah)
0,8%	(6 buah)

2. Untuk pengujian Kuat Tarik Belah

0%	(6 buah)
0,3%	(6 buah)
0,6%	(6 buah)
0,8%	(6 buah)

3. Untuk pengujian Laju Alir

0%	(3 buah)
0,3%	(3 buah)
0,6%	(3 buah)
0,8%	(3 buah)

Pembuatan beton porous ini menggunakan agregat halus sebanyak 20% sesuai dengan aturan di mix design beton porous. *Superplasticizer* digunakan pada saat proses pencampuran material berlangsung.

3.7.3 Pembuatan Benda Uji

Superplasticizer diberikan pada saat pembuatan benda uji selama proses pencampuran material berlangsung. Setelah dicampur yaitu adonan benda uji *superplasticizer* dengan variasi prosentase *superplasticizer* (0%, 0,3%, 0,6%, 0,8%), kemudian adonan benda uji ditempatkan pada bekisting berbentuk silinder berukuran diameter 10 cm dan tinggi 20 cm.

3.7.4 Perawatan Benda Uji

Perawatan beton atau curing adalah perlakuan yang dilakukan untuk mengurangi panas hidrasi beton setelah dilepas dari bekisting. Perawatan ini dilakukan dengan metode ditutup dengan menggunakan karung goni dengan keadaan basah hingga waktu pengujian.

3.7.5 Pengujian Benda Uji

a. Pengujian Kuat Tekan

Langkah-langkah pengujian :

- 1) Mengambil benda uji yang akan diuji kuat tekannya
- 2) Menimbang bobot benda uji.
- 3) Melapisi (capping) permukaan atas benda uji menggunakan belerang dengan cara sebagai berikut : melelehkan belerang di dalam wadah peleleh (melting pot) melapisi cetakan pelapis dengan menggunakan oli, menuangkan cairan belerang ke cetakan pelapis, meletakkan benda uji secara tegak lurus pada cetakan pelapis sampai cairan belerang menjadi keras.
- 4) Meletakkan benda uji pada mesin kuat tekan secara tegak lurus.
- 5) Menjalankan mesin kuat tekan
- 6) Melakukan pembebanan hingga benda uji menjadi hancur dan mencatat beban maksimum yang terjadi selama pengujian benda uji.
- 7) Mencatat hasil pengujian yang tertera pada pembacaan dial.

b. Pengujian Kuat Tarik Belah

Langkah-langkah pengujian :

- 1) Memberi tanda pada benda uji, menarik garis tengah pada benda uji dengan menggunakan alat bantu yang sesuai hingga dipastikan bahwa kedua garis tengah berada dalam posisi bidang aksial yang sama.
- 2) Meletakkan pelat baja di bagian bawah pada alat kuat tekan
- 3) Meletakkan beton yang telah diberi tanda ke alat kuat tekan. Beton diletakkan di atas pelat baja dengan posisi horizontal.

- 4) Meletakkan pelat baja tepat di atas permukaan benda uji.
- 5) Menjalankan mesin kuat tekan.
- 6) Melakukan pembebanan hingga benda uji dalam kondisi hancur dan mencatat beban maksimum yang terjadi selama pengujian pembebanan benda uji.
- 7) Mencatat hasil pengujian yang terdapat pada dial

c. Pengujian Laju Alir

Langkah-langkah pengujian :

- 1) Menyiapkan benda uji dan peralatan seperti 2 bak, stopwatch, karet lateks, gelas ukur, dan malam.
- 2) Benda uji dibungkus dengan lateks (alas dan permukaan dibiarkan terbuka)
- 3) Melapisi permukaan beton dengan malam setinggi ± 5 cm.
- 4) Permukaan benda uji dialiri air ke dalam ember.
- 5) Menghitung aliran air sebanyak 1 liter.
- 6) Setelah air mengalir sebanyak 1 liter maka stopwatch dihentikan dan mencatat hasilnya.

d. Pengujian Porositas

Langkah-langkah pengujian :

- 1) Benda uji direndam dalam air.
- 2) Mengambil benda uji dari bak perendam dan ditimbang.
- 3) Memasukkan benda uji ke oven dengan suhu $110 \pm 5^\circ$ C hingga mencapai berat kering.
- 4) Mengeluarkan benda uji dari oven kemudian didiamkan hingga dingin.
- 5) Setelah mencapai berat kering, benda uji ditimbang

3.7.6 Analisa dan Pembahasan

Setelah dilakukan pengujian kuat tekan, kuat tarik belah, dan laju alir, data yang telah didapat akan dikumpulkan kemudian dianalisis dengan menggunakan analisis regresi dan dibahas sehingga dapat diperoleh kesimpulan.

3.8 Rencana Anggaran Biaya

Setelah melakukan penelitian kemudian menganalisis data dari hasil pengujian, maka diperoleh benda uji yang kuat tekan dan kuat tarik belahnya maksimal serta laju alir yang baik dan termasuk dalam kategori *pervious concrete*. Maka dibuatlah rencana anggaran biaya per m³ untuk benda uji tersebut. Rencana anggaran biaya ini hanya meliputi harga material saja, tidak termasuk harga upah pekerja dan lain-lain. Harga satuan material yang akan digunakan berasal dari survey harga material di pasar yang kemudian dirata-rata.

3.9 Rencana Jadwal Penelitian

Tahap pertama yaitu studi pustaka pada penelitian ini telah dilakukan pada minggu pertama bulan Juli hingga akhir bulan Agustus. Kemudian akan diikuti dengan tahapan-tahapan selanjutnya yang telah disajikan dalam Tabel 3.2

Tabel 3.2 Rencana Jadwal Penelitian

No	Uraian Kegiatan	Bulan																							
		JULI				AGUSTUS				SEPTEMBER				OKTOBER				NOVEMBER				DESEMBER			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Pembuatan Proposal	■	■	■																					
2	Persiapan Alat dan Pengujian Bahan				■	■	■	■	■																
	a. Agregat Kasar				■	■	■																		
	b. Agregat Halus						■																		
	c. Semen						■																		
	d. Admixture							■	■																
3	Pembuatan Proporsi Campuran (Mix Desain)									■	■														
4	Pembuatan Benda Uji										■	■	■	■											
5	Perawatan Benda Uji										■	■	■	■	■	■									
6	Pengujian Benda Uji													■	■	■	■								
7	Analisis Pembahasan																			■	■				
8	Penulisan Laporan																				■				
9	Seminar Hasil dan Sidang																						■	■	■

Tabel 3.3 Matriks Penelitian

Latar Belakang	Rumusan Masalah dan Tujuan	Metode		Output Penelitian
		Data	Jenis Data	
Pembangunan infrastruktur menyebabkan fungsi alih lahan banyak terjadi, oleh karena itu kapasitas untuk infiltrasi menjadi rendah. Berbagai inovasi dilakukan yaitu dengan diaplikasikannya beton porous pada infrastruktur yang penggunaannya tidak memerlukan kuat tekan yang tinggi, hal ini bermaksud agar mengurangi limpasan permukaan dan meningkatkan muka air tanah. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, maka di dapatkan	a. Mengetahui karakteristik beton porous dengan penambahan variasi <i>superplasticizer</i> pada pengujian sifat mekanik dan porositas	Variasi Campuran	Sekunder	Mendapatkan nilai komposisi campuran untuk mengetahui karakteristik beton porous.
		Kuat Tekan	Primer	
		Kuat Tarik Belah	Primer	
		Laju Alir	Primer	
		Porositas	Primer	

Tabel 3.3 Matriks Penelitian (Lanjutan)

Latar Belakang	Rumusan Masalah dan Tujuan	Metode		Output Penelitian
		Data	Jenis Data	
<p>inovasi baru pada penelitian beton porous ini yaitu dengan penggunaan bahan <i>admixture</i> berupa <i>superplasticizer</i> yang berfungsi agar kekuatan beton yang dihasilkan lebih tinggi dengan mengurangi penggunaan air tetapi untuk pengerjaannya tetap terjaga. Penggunaan dosis <i>superplasticizer</i> sesuai dengan dosis yang telah ditetapkan oleh PT. SIKA, hal ini dimaksudkan agar pori-pori benda uji akan tercipta dengan baik, sehingga dapat mengalirkan laju alir.</p>	<p>b. Mengetahui perbandingan sifat mekanik dan porositas pada beton porous sesuai dengan variasi penambahan <i>superplasticizer</i></p>	<p>Variasi Campuran</p> <p>Kuat Tekan</p> <p>Kuat Tarik Belah</p> <p>Laju Alir</p> <p>Porositas</p>	<p>Sekunder</p> <p>Primer</p> <p>Primer</p> <p>Primer</p> <p>Primer</p>	<p>Mengetahui perbandingan nilai pengujian terhadap sifat mekanik dan porositas pada beton porous dengan pengolahan data dan analisis berdasarkan hasil pengujian, kemudian disajikan dalam bentuk diagram batang dan diagram <i>scatter</i> dilakukan perbandingan dengan menggunakan analisis regresi dengan persamaan $y = a + bX$.</p>

Tabel 3.3 Matriks Penelitian (Lanjutan)

Latar Belakang	Rumusan Masalah dan Tujuan	Metode		Output Penelitian
		Data	Jenis Data	
	c. Biaya yang dibutuhkan per m ³ untuk pembuatan benda uji beton porous dengan hasil kuat tekan tertinggi	Proporsi	Sekunder	Mengetahui Biaya yang dibutuhkan dalam pembuatan per m ³ beton porous dengan nilai kuat tekan tertinggi berdasarkan survey harga satuan di Lapangan kemudian di rata-rata.
		Harga Satuan	Primer	
		Harga per m ³	Sekunder	

BAB 5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengujian kuat tekan, kuat tarik belah, laju alir dan porositas pada beton porous memiliki nilai yang berbanding lurus terhadap penambahan variasi prosentase *superplasticizer*.
2. Perbandingan sifat mekanik dan porositas beton dengan membandingkan beton tanpa penambahan *superplasticizer* dan menggunakan *superplasticizer* dengan nilai optimum sebesar 0,6%. Pada pengujian kuat tekan didapatkan kenaikan kuat tekan sebesar 67,16%, kuat tarik belah meningkat sebesar 28,89%, sedangkan laju alir mengalami penurunan sebesar 66,2%, dan porositas mengalami penurunan sebesar 15,3%.
3. Kuat tekan tertinggi dengan biaya material yang efisien diperoleh pada penambahan *superplasticizer* dengan prosentase 0,6% dengan harga Rp. 894.389.

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya disarankan sebagai berikut :

1. Digunakan jenis material agregat kasar yang berbeda agar dapat memperoleh nilai porositas yang diinginkan.
2. Digunakan variasi metode curing yang berbeda.
3. Digunakan zona agregat halus yang lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

ACI Committe. 2010. ACI 522R-10, *Report on Pervious Concrete*, USA: American Concrete Institute.

Anonim. 2002. Jenis Semen dan Penggunaannya. Yogyakarta : PT. Semen Gresik. Departemen Pekerjaan Umum. 1982. Peraturan Umum untuk Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI 1982). Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. Bandung.

ASTM C 494-82, *Standard Specification for Chemical Admixtures*, United State: Association of Standard Testing Materials.

ASTM C-127 Standart test method for materials, Specific gravity and absorbtion of coarse aggregate, Annual Books of ASTM Standards, USA, 2002.

ASTM C-128 Standart test method for materials, Specific gravity and absorbtion of fine aggregate, Annual Books of ASTM Standards, USA, 2002.

ASTM C-136 Standart test method for Sieve analysis of fine and coarse aggregate, Annual Books of ASTM Standards, USA, 2002.

Aulia, A.N. 2018. Karakteristik beton pori (*pervious concrete*) dengan penambahan *admixture* terhadap laju air, kuat tekan, dan kuat tarik belah. Skripsi. Jember: Universitas Jember.

Badan Standardisasi Nasional, 1990. *SNI 03-1969-1990: Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar*.

Badan Standardisasi Nasional. 1989. *SK SNI S 04-1989-F: Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A, Bahan Bangunan Bukan Logam*.

Badan Standardisasi Nasional. 1990. *SNI 03-1750-1990. Agregat beton, Mutu dan Cara Uji*.

Badan Standardisasi Nasional. 1990. *SNI 03-1968-1990: Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar.*

Badan Standardisasi Nasional. 1990. *SNI 03-1974-1990: Metode Pengujian Kuat Tekan Beton.*

Badan Standardisasi Nasional. 1991. *SNI 2417-1991: Metode Pengujian Keausan Agregat dengan Los Angeles.*

Badan Standardisasi Nasional. 1998. *SNI 03-4804-1998: Metode Pengujian Bobot Isi dan Rongga Udara dalam Agregat.*

Badan Standardisasi Nasional. 2008. *SNI 1969-2008: Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar.*

Badan Standardisasi Nasional. 2008. *SNI 1970-2008: Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus.*

Ginting, A., P. Adi, dan D.O.M. Costa. 2014. Pengaruh Penambahan Pasir Terhadap Kuat Tekan dan Porositas beton Porous. *Jurnal Teknik*. 42: 81-163.

Ginting, Arusmalem. 2015. Kuat tekan dan porositas beton porous dengan bahan pengisi styrofoam. *Jurnal Teknik Sipil*. 112: 76-168.

Hanova, Y., R. Franchitika, dan Nanda. 2018. Pengaruh campuran gradasi agregat terhadap permeabilitas beton porous pada aplikasi lantai laboratorium. *Rice*. 22: 86-89.

Khonado, M.F., H. Manalip, dan S.E. Wallah. 2019. Kuat tekan dan permeabilitas beton porous dengan variasi ukuran agregat. *Jurnal Sipil Statik*. 73: 351-358.

NRMCA, Committee. 2004. *“What, Why, and How? Pervious Concrete” Concrete in Practice series, CIP 38.* Silver Spring. Maryland.

Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia. 1982. PUBLI, 1982:
Persyaratan Agregat Bahan Konstruksi.

Pujianto. 2010. Beton Mutu Tinggi dengan Bahan Tambah Superplastizer dan Fly Ash. Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

SNI 15-0302-2004. Semen Portland Pozolan

Tjokrodimuljo, Kardiyono. 1996. Teknologi Beton. Yogyakarta: Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil, Universitas Gadjah Mada.

Tjokrodimuljo, Kardiyono. 1996. Teknologi Beton. Yogyakarta: Nafiri

Tjokrodimuljo, Kardiyono. 2007. Teknologi Beton. Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta: Biro Penerbit Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM.

Winarno, W., W. 2007. Analisis Ekonometrika dan statistik dengan E-views. Yogyakarta: UPP AMP YKPN.

Lampiran A Perhitungan Pengujian Agregat Kasar

A.1 Data Uji Berat Volume

Percobaan Nomor	Tanpa Rojokan			Dengan Rojokan		
	1	2	3	1	2	3
Berat Silinder (W1) (gr)	9560	9560	9560	9560	9560	9560
Berat Silinder (W1) + Kerikil (W2) (gr)	28730	28900	29070	29260	29710	30160
Berat Kerikil (W2-W1) (gr)	19170	19340	19510	19700	20150	20600
Volume Silinder (cm ³)	15204,8	15204,8	15204,8	15204,8	15204,8	15204,8
Berat Volume (BV = W2- W1/V) (gr/cm ³)	1,2608	1,2720	1,2831	1,2956	1,3252	1,3548
Rata-rata, gr/cm ³	1,2720			1,3252		
Total rata-rata, gr/cm ³				1,2986		

A.2 Data Uji Berat Jenis

Percobaan Nomor	1	2	3
Berat Kerikil di Udara (W1) (gr)	3000	3000	3000
Berat Kerikil di Air (W2) (gr)	1935	1898	1901
Berat Jenis Kerikil (BJ = W1/W1-W2)	2,8169	2,7223	2,7298
Rata-rata	2,7563		

A.3 Data Uji Kelembaban

Percobaan Nomor	1	2	3
Berat Kerikil Asli (W1) (gr)	500	500	500
Berat Kerikil Oven (W2) (gr)	499,5	499,5	499,4
Kelembaban Kerikil (KK = ((W1-W2)/W2) x 100%) (%)	0,100	0,100	0,120
Rata-rata (%)	0,1068		

A.4 Data Uji Air Resapan

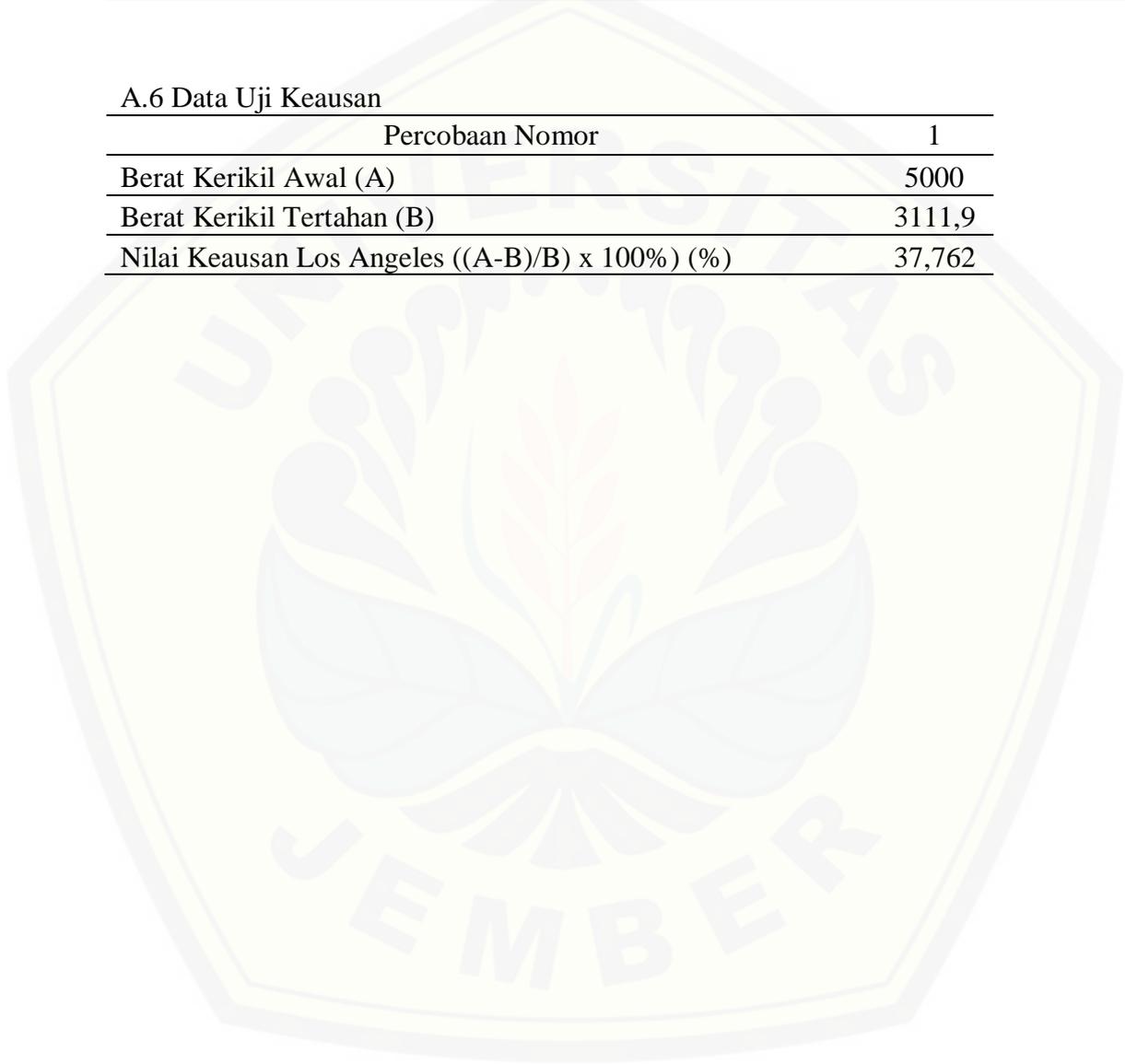
Percobaan Nomor	1	2	3
Berat Kerikil SSD (W1) (gr)	500	500	500
Berat Kerikil Oven (W2) (gr)	490,5	490,1	490,4
Kadar Air Resapan ((W1-W2)/W2) x 100%) (%)	1,9368	2,0200	1,9576
Rata-rata (%)	1,9715		

A.5 Data Uji Kadar Lumpur

Percobaan Nomor	1	2	3
Berat Kerikil Awal (W1) (gr)	500	500	500
Berat Kerikil Oven (W2) (gr)	499,5	499,3	499,2
Kadar Lumpur $((W1-W2)/W2) \times 100\%$ (%)	0,1001	0,1402	0,1603
Rata-Rata (%)	0,1335		

A.6 Data Uji Keausan

Percobaan Nomor	1
Berat Kerikil Awal (A)	5000
Berat Kerikil Tertahan (B)	3111,9
Nilai Keausan Los Angeles $((A-B)/B) \times 100\%$ (%)	37,762



Lampiran B Perhitungan Pengujian Agregat Halus

B.1 Data Uji Berat Volume

Percobaan Nomor	Dengan Rojokan			Tanpa Rojokan		
	1	2	3	1	2	3
Berat Silinder (W1) (gr)	7150	7150	7150	7150	7150	7150
Berat Silinder (W1) + Pasir (W2) (gr)	20630	20650	20760	20350	20530	20600
Berat Kerikil (W2-W1) (gr)	13480	13500	13610	13200	13380	13450
Volume Silinder (cm ³)	9812,394	9812,394	9812,394	9812,394	9812,394	9812,394
Berat Volume (BV = $W2-W1/V$) (gr/cm ³)	1,3738	1,3758	1,3870	1,3452	1,3636	1,3707
Rata-rata, gr/cm ³	1,3789			1,3598		
Total rata-rata, gr/cm ³	1,3694					

B.2 Data Uji Berat Jenis

Percobaan Nomor	1	2	3
Berat Picnometer + Pasir + Air (W2)	164,85	162,59	165,29
Berat Pasir SSD (W1)	50	50	50
Berat Picnometer + Air (W3)	133,85	131,41	134,06
Berat Jenis Pasir ($BJ = W1/W1+W2-W3$)	2,6316	2,6567	2,6638
Rata-rata	2,6507		

B.3 Data Uji Kelembaban

Percobaan Nomor	1	2	3
Berat Pasir Asli (W1)	250	250	250
Berat Pasir Oven (W2)	244,7	244,6	244,6
Kelembaban Pasir ($KP = ((W1-W2)/W2) \times 100\%$) (%)	2,1659	2,2077	2,2077
Rata-rata (%)	2,1938		

B.4 Data Uji Air Resapan

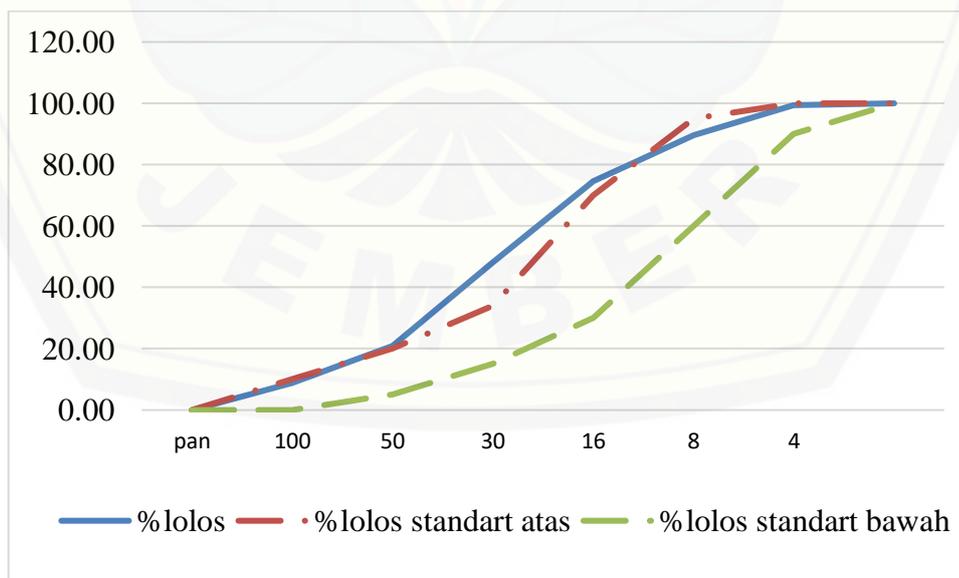
Percobaan Nomor	1	2	3
Berat Pasir (W1)	100	100	100
Berat Pasir Oven (W2)	97,8	97,7	97,8
Kadar Air Resapan ($((W1-W2)/W2) \times 100\%$)	2,2495	2,3541	2,2495
Rata-rata (%)	2,2844		

B.5 Data Uji Kadar Lumpur

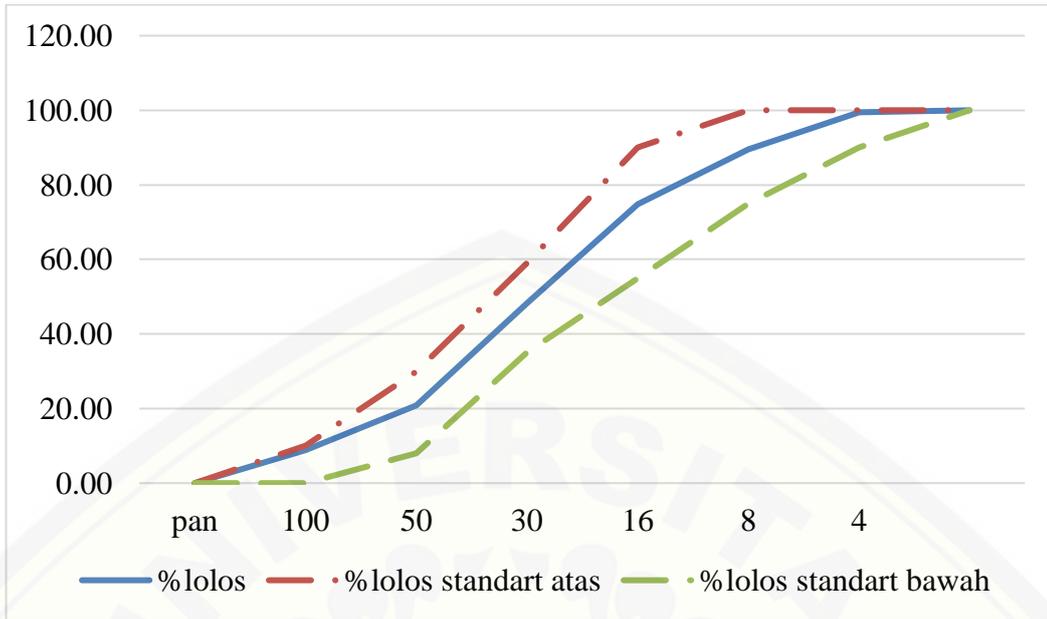
Percobaan Nomor	1	2	3
Berat Kerikil Awal (W1) (gr)	500	500	500
Berat Kerikil Oven (W2) (gr)	475,6	477,8	478,4
Kadar Lumpur $((W1-W2)/W2) \times 100\%$ (%)	5,1304	4,6463	4,5151
Rata-Rata (%)	4,7639		

B.6 Data Uji Analisa Saringan

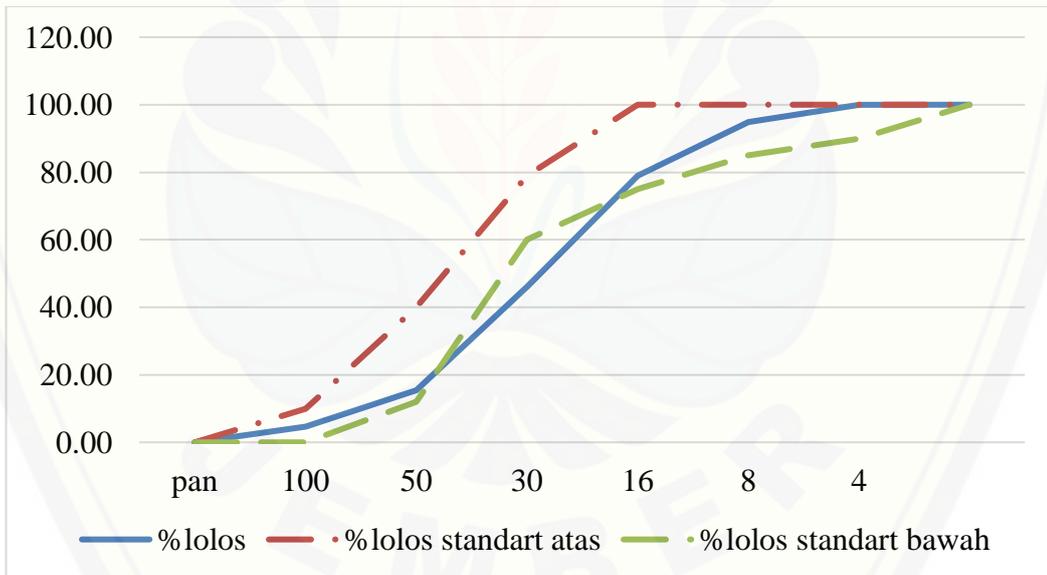
Saringan		Berat Saringan (gr)	Berat Saringan + Pasir (gr)	Berat Pasir Tertinggal		% Kumulatif	
Nomor	mm			Gram	%	Tinggal	Lolos
4	4,76	427,4	432,7	5,3	0,53	0,53	99,47
8	2,38	416	515	99	9,9	10,43	89,57
16	1,19	414,9	563,3	148,4	14,84	25,27	74,73
30	0,59	410	674,6	264,6	26,46	51,73	48,27
50	0,297	394,2	668	273,8	27,38	79,11	20,89
100	0,149	391,3	511,2	119,9	11,99	91,1	8,9
pan	0	433	522	89	8,9	100	0
Jumlah				1000	100	2,582	



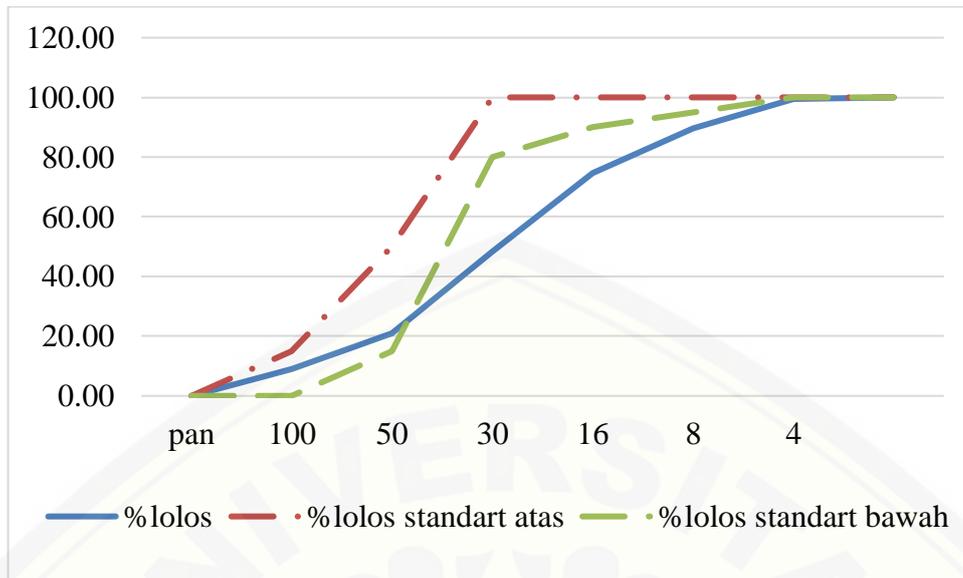
Gambar L.1 Grafik Gradasi Agregat Halus Zona 1



Gambar L.2 Grafik Gradasi Agregat Halus Zona 2



Gambar L.3 Grafik Gradasi Agregat Halus Zona 3

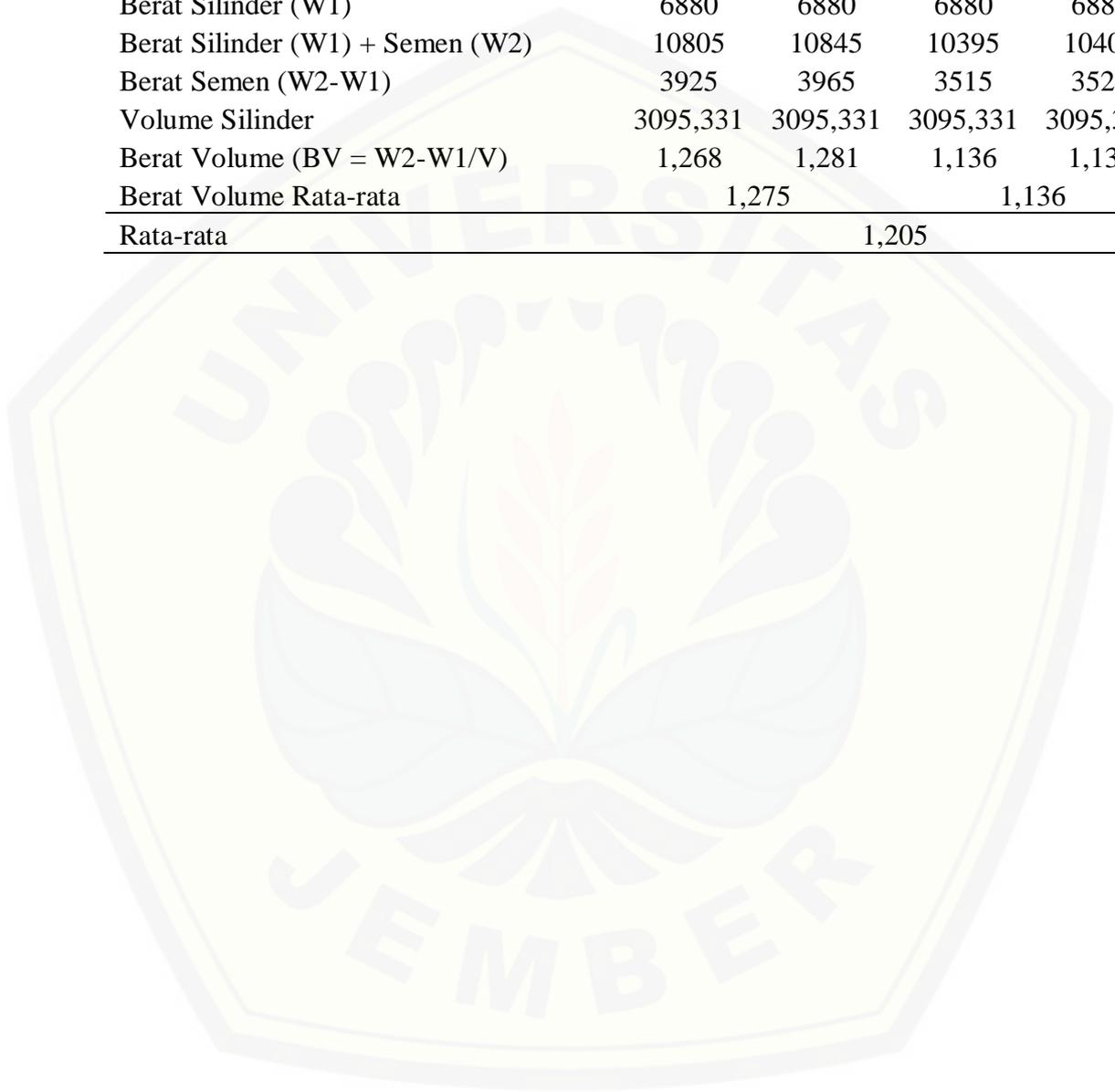


Gambar L.4 Grafik Gradasi Agregat Halus Zona 4

Lampiran C Perhitungan Pengujian Semen *PPC*

C.1 Data Uji Berat Volume

Percobaan Nomor	Dengan Rojokan		Tanpa Rojokan	
	1	2	1	2
Berat Silinder (W1)	6880	6880	6880	6880
Berat Silinder (W1) + Semen (W2)	10805	10845	10395	10400
Berat Semen (W2-W1)	3925	3965	3515	3520
Volume Silinder	3095,331	3095,331	3095,331	3095,331
Berat Volume (BV = W2-W1/V)	1,268	1,281	1,136	1,137
Berat Volume Rata-rata	1,275		1,136	
Rata-rata			1,205	



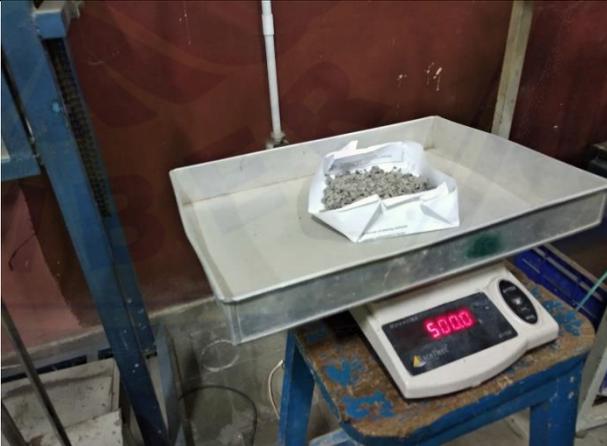
Lampiran D. Form *Mix Design* ACI 522R-10 Report on Pervious Concrete

D.1 Form *Mix Design* ACI 522R-10

No	Keterangan	Nilai	Satuan
1	Kuat tekan rencana	25	MPa
2	Void content	14	%
3	Volume Rencana Adukan	1	m ³
4	Persen Agregat Halus	20	%
5	Ukuran Agregat	No 8	
6	Berat Agregat Kasar dalam Unit Volume Agregat (b)	1271,967	kg/m ³
7	Berat Agregat Kasar dalam Unit Volume Beton (b ₀)	1325,239	kg/m ³
8	b/b ₀	0,959802	
9	Berat Agregat Kasar dalam Volume Beton	1325,239	kg/m ³
10	Persen Penyerapan Agregat Kasar	1,97	%
11	Berat Agregat Kasar Dalam Volume Beton (SSD)	1351,3462	kg/m ³
12	Paste Content	24	%
13	Volume Pasta dalam Adukan Beton (V _p)	0,24	m ³
14	W/C	0,3	
15	Berat Semen Digunakan (c)	390,2439	kg/m ³
16	Air (w)	117,07317	kg/m ³
17	Volume Padat :		
	Volume Agregat (V _a)	0,49025	m ³
	Volume Semen (V _c)	0,123887	m ³
	Volume Air (V _w)	0,1170732	m ³
18	Cek Persen Void	24	%
19	Berat Semen	390,2439	kg/m ³
20	Berat Air	117,07317	kg/m ³
21	Berat Agregat Kasar	1351,3462	kg/m ³
22	Berat Agregat Halus	270,26924	kg/m ³
23	Total Berat	2128,9325	kg/m ³

Lampiran E Kegiatan Penelitian

No	Nama Kegiatan	Tanggal Pelaksanaan	Dokumentasi
1	Persiapan Bahan	02/09/2019 s.d 27/09/2019	
2	Pengujian Berat Volume Agregat Kasar	10/09/2019	
3	Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar	04/09/2019 s.d 05/09/2019	

4	Pengujian Kelembaban Agregat Kasar	04/09/2019 s.d 05/09/2019	
5	Pengujian Air Resapan Agregat Kasar	04/09/2019 s.d 05/09/2019	
6	Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar	04/09/2019 s.d 05/09/2019	

7	Pengujian Keausan Agregat Kasar	08/09/2019 s.d 09/09/2019	
8	Pengujian Berat Volume Agregat Halus	25/09/2019	
9	Pengujian Berat Jenis Agregat Halus	15/09/2019 s/d 17/09/2019	

10	<p>Pengujian Kelembaban Agregat Halus</p>	<p>14/09/2019 s/d 15/09/2019</p>	
11	<p>Pengujian Air Resapan Agregat Halus</p>	<p>15/09/2019 s/d 17/09/2019</p>	
12	<p>Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus</p>	<p>16/09/2019 s/d 18/09/2019</p>	

13	Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus	16/09/2019 s/d 18/09/2019	
14	Pengujian Berat Volume Semen	27/09/2019	
15	Pengecoran Benda Uji	03/10/2019 s/d 18/10/2019	

16	Curing Benda Uji	04/10/2019 s/d 25/10/2019	
17	Caping Benda Uji	10/10/2019 s/d 15/11/2019	
18	Pengujian Kuat Tekan	10/10/2019 s/d 15/11/2019	

19	Pengujian Tarik Belah	10/10/2019 s/d 15/11/2019	
20	Pengujian Laju Alir	10/10/2019 s/d 15/11/2019	
21	Pengujian Porositas	10/10/2019 s/d 15/11/2019	



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
 LABORATORIUM STRUKTUR
 Jl. Kalimantan No. 37 Kampus Tegal Boto Kotak Pos 159 Jember 68121

Proyek : Skripsi "Pengaruh Variasi Prosentase *Superplasticizer* Terhadap sifat Mekanik dan Porositas Beton Berpori

Lokasi :
 Kontraktor :
 Konsultan Pengawas :
 Pengujian : Kuat Tekan Umur 7 Hari

No	Prosentase Superplasticizer	Tanggal Pembuatan	Tanggal Pengujian	Berat Beton (Kg)	P. Dial (kN)	P. Dial (N)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan rata-rata (Mpa)
1	0%	03-Okt-19	10-Okt-19	3,475	67,32	67320	8,576	8,308
		03-Okt-19	10-Okt-19	3,345	66,66	66660	8,492	
		03-Okt-19	10-Okt-19	3,390	61,67	61670	7,856	
2	0,3%	12-Okt-19	19-Okt-19	3,520	68,95	68950	8,783	10,038
		12-Okt-19	19-Okt-19	3,480	79,45	79450	10,121	
		12-Okt-19	19-Okt-19	3,510	87,99	87990	11,209	
3	0,6%	14-Okt-19	21-Okt-19	3,445	77,31	77310	9,848	12,243
		14-Okt-19	21-Okt-19	3,520	91,21	91210	11,619	
		14-Okt-19	21-Okt-19	3,600	119,81	119810	15,262	
4	0,8%	18-Okt-19	25-Okt-19	3,666	70,79	70790	9,0178	9,045
		18-Okt-19	25-Okt-19	3,434	67,83	67830	8,6408	
		18-Okt-19	25-Okt-19	3,356	74,39	74390	9,4764	

koreksi 7 hari

0,7
1000

Tinggi Benda Uji
Diameter Benda Uji

200 mm
100 mm
7850 mm

Kepala Laboratorium

Ir. Hermu Suyoso, M.T
 NIP 195511121987021001

Jember
 Pemeriksa,

Moch. Akir
 NIP 196509282000031001



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
 LABORATORIUM STRUKTUR
 Kalimantan No. 37 Kampus Tegol Boto Kotak Pos 159 Jember 68121

Proyek : Skripsi "Pengaruh Variasi Prosentase *Superplasticizer* Terhadap sifat Mekanik dan Porositas Beton Berpori

Lokasi :
 Kontraktor :
 Konsultan Pengawas :
 Pengujian : Kuat Tekan Umur 28 Hari

No	Prosentase Superplasticizer	Tanggal Pembuatan	Tanggal Pengujian	Berat Beton (Kg)	P. Dial (kN)	P. Dial (N)	Kuat Tekan (Kg/cm ²)	Kuat Tekan rata-rata (Kg/cm ²)
1	0%	03-Okt-19	31-Okt-19	3410	65,67	65670	8,366	9,521
		03-Okt-19	31-Okt-19	3410	66,43	66430	8,462	
		03-Okt-19	31-Okt-19	3540	92,11	92110	11,734	
2	0,3%	12-Okt-19	09-Nov-19	3457	114,28	114280	14,558	13,477
		12-Okt-19	09-Nov-19	3464	102,23	102230	13,023	
		12-Okt-19	09-Nov-19	3481	100,87	100870	12,850	
3	0,6%	14-Okt-19	11-Nov-19	3497	126,93	126930	16,169	16,456
		14-Okt-19	11-Nov-19	3527	137,61	137610	17,530	
		14-Okt-19	11-Nov-19	3492	123,01	123010	15,670	
4	0,8%	18-Okt-19	15-Nov-19	3485	93,24	93240	11,878	10,957
		18-Okt-19	15-Nov-19	3435	74,01	74010	9,428	
		18-Okt-19	15-Nov-19	3410	90,78	90780	11,564	

koreksi 28 hari 1
1000

Tinggi Benda Uji 200 mm
 Diameter Benda Uji 100 mm
 7850 mm

Kepala Laboratorium

Ir. Hemu Suyoso, M.T
 NIP 195511121987021001

Jember,
 Pemeriksa,

Moch. Akir
 NIP 196509282000031001



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
 LABORATORIUM STRUKTUR
 Jl. Kalimantan No. 37 Kampus Tegal Boto Kotak Pos 159 Jember 68121

Proyek : Skripsi "Pengaruh Variasi Presentase *Superplasticizer* Terhadap sifat Mekanik dan Porositas Beton Berpori

Lokasi :
 Kontraktor :
 Konsultan Pengawas :
 Pengujian : Kuat Tarik Belah Umur 7 Hari

No	Presentase Superplasticizer	Tanggal Pembuatan	Tanggal Pengujian	Berat Beton (Kg)	P. Dial (kN)	P. Dial (N)	Kuat Tarik Belah (Mpa)	Kuat Tarik Belah rata-rata (Mpa)
1	0%	03-Okt-19	10-Okt-19	3,355	47,54	47540	4,754	4,380
		03-Okt-19	10-Okt-19	3,315	40,67	40670	4,067	
		03-Okt-19	10-Okt-19	3,345	43,19	43190	4,319	
2	0,30%	12-Okt-19	19-Okt-19	3,485	51,54	51540	5,154	5,047
		12-Okt-19	19-Okt-19	3,500	49,67	49670	4,967	
		12-Okt-19	19-Okt-19	3,345	50,19	50190	5,019	
3	0,60%	14-Okt-19	21-Okt-19	3,430	56,15	56150	5,615	6,272
		14-Okt-19	21-Okt-19	3,550	65,56	65560	6,556	
		14-Okt-19	21-Okt-19	3,500	66,46	66460	6,646	
4	0,80%	18-Okt-19	25-Okt-19	3,401	54,65	54650	5,465	5,322
		18-Okt-19	25-Okt-19	3,380	49,58	49580	4,958	
		18-Okt-19	25-Okt-19	3,425	55,42	55420	5,542	

1000

Tinggi Benda Uji 200 mm
 Diameter Benda Uji 100 mm

Kepala Laboratorium

Ir. Hemu Suyoso, M.T
 NIP 195511121987021001

Jember
 Pemeriksa,

Moch. Akir
 NIP 196509282000031001



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
 LABORATORIUM STRUKTUR
 Kalimantan No. 37 Kampus Tegul Boto Kotak Pos 159 Jember 68121

Proyek : Skripsi "Pengaruh Variasi Presentase *Superplasticizer* Terhadap sifat Mekanik dan Porositas Beton Berpori

Lokasi :
 Kontraktor :
 Konsultan Pengawas :
 Pengujian : Kuat Tarik Belah Umur 28 Hari

No	Presentase Superplasticizer	Tanggal Pembuatan	Tanggal Pengujian	Berat Beton (Kg)	P. Dial (kN)	P. Dial (N)	Kuat Tarik Belah (Mpa)	Kuat Tekan rata-rata (Mpa)
1	0%	03-Okt-19	31-Okt-19	3303	40,74	40740	4,074	4,929
		03-Okt-19	31-Okt-19	3393	43,77	43770	4,377	
		03-Okt-19	31-Okt-19	3357	63,37	63370	6,337	
2	0,30%	12-Okt-19	09-Nov-19	3,495	52,84	52840	5,284	5,374
		12-Okt-19	09-Nov-19	3,485	54,55	54550	5,455	
		12-Okt-19	09-Nov-19	3,405	53,83	53830	5,383	
3	0,60%	14-Okt-19	11-Nov-19	3371	61,25	61250	6,125	6,353
		14-Okt-19	11-Nov-19	3330	64,38	64380	6,438	
		14-Okt-19	11-Nov-19	3332	64,96	64960	6,496	
4	0,80%	18-Okt-19	15-Nov-19	3505	62,33	62330	6,233	5,44233
		18-Okt-19	15-Nov-19	3380	50,54	50540	5,054	
		18-Okt-19	15-Nov-19	3285	50,40	50400	5,04	

1000

Tinggi Benda Uji 200 mm
 Diameter Benda Uji 100 mm

Kepala Laboratorium

Ir. Hernu Suyoso, M.T
 NIP 195511121987021001

Jember
 Pemeriksa,

Moch. Akir
 NIP 196509282000031001



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
 LABORATORIUM STRUKTUR
 Jl. Kalimantan No. 37 Kampus Tegal Boto Kotak Pos 159 Jember 68121

Proyek : Skripsi "Pengaruh Variasi Presentase *Superplasticizer* Terhadap sifat Mekanik dan Porositas Beton Berpori

Lokasi :
 Kontraktor :
 Konsultan Pengawas :
 Pengujian : Porositas Umur 7 Hari

Presentase Superplasticizer	Berat Basah (gr)	Berat Kering (gr)	Massa Jenis Air (gr/cm ³)	Volume Benda uji (cm ³)	Porositas (%)	Rata-rata porositas (%)
0%	3340	3175	1	1570	10,510	10,934
	3455	3285	1	1570	10,828	
	3355	3175	1	1570	11,465	
0,3%	3315	3150	1	1570	10,510	10,510
	3400	3245	1	1570	9,873	
	3440	3265	1	1570	11,146	
0,6%	3310	3165	1	1570	9,236	9,342
	3480	3335	1	1570	9,236	
	3420	3270	1	1570	9,554	
0,8%	3465	3300	1	1570	10,510	10,191
	3125	2975	1	1570	9,554	
	3505	3340	1	1570	10,510	

Tinggi Benda Uji : 20 cm
 Diameter Benda Uji : 10 cm
 1570 cm³

Kepala Labororium

Ir. Hermu Suyoso, M.T
 NIP 195511121987021001

Pemeriksa,

Moch. Akir
 NIP 196509282000031001



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
 LABORATORIUM STRUKTUR
 Jl. Kalimantan No. 37 Kampus Tegal Boto Kotak Pos 159 Jember 68121

Proyek : Skripsi "Pengaruh Variasi Prosentase *Superplasticizer* Terhadap sifat Mekanik dan Porositas Beton Berpori

Lokasi :
 Kontraktor :
 Konsultan Pengawas :
 Pengujian : Porositas Umur 28 Hari

Prosentase Superplasticizer	Berat Basah (Kg)	Berat Kering (Kg)	Massa Jenis Air (gr/cm ³)	Volume Benda uji (cm ³)	Porositas (%)	Rata-rata porositas (%)
0%	3335	3171	1	1570	10,446	10,722
	3450	3283	1	1570	10,637	
	3350	3176	1	1570	11,083	
0,3%	3310	3144	1	1570	10,573	10,297
	3435	3265	1	1570	10,828	
	3135	2986	1	1570	9,490	
0,6%	3455	3306	1	1570	9,490	9,299
	3500	3345	1	1570	9,873	
	3120	2986	1	1570	8,535	
0,8%	3470	3325	1	1570	9,236	9,448
	3295	3155	1	1570	8,917	
	3495	3335	1	1570	10,191	

Tinggi Benda Uji : 20 cm
 Diameter Benda Uji : 10 cm
 1570 cm³

Kepala Laboratorium

Ir. Heru Suyoso, M.T.
 NIP 195511121987021001

Jember,
 Pemeriksa

Moch. Akir
 NIP 19650928200031001



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
 LABORATORIUM STRUKTUR
 Jl. Kalimantan No. 37 Kampus Tegol Boto Kotak Pos 159 Jember 68121

Proyek : Skripsi *Pengaruh Variasi Prosentase *Superplasticizer* Terhadap sifat Mekanik dan Porositas Beton Berpori

Lokasi :
 Kontraktor :
 Konsultan Pengawas :
 Pengujian : Laju Alir Umur 7 Hari

Prosentase Superplasticizer	Volume air (L)	Waktu (menit)	Laju Alir (L/0,00785/m ² /menit)	Laju Alir (L/m ² /menit)	Rata-rata Laju Alir (L/m ² /menit)
0%	1	0,209	4,792	610,4881871	587,2750274
	1	0,225	4,454	567,4322273	
	1	0,218	4,584	583,9046678	
0,3%	1	0,279	3,586	456,8626481	465,1063293
	1	0,274	3,656	465,7716089	
	1	0,270	3,711	472,6847311	
0,6%	1	0,429	2,331	296,9429721	285,7514528
	1	0,433	2,309	294,0866526	
	1	0,479	2,090	266,2247336	
0,8%	1	0,281	3,561	453,6090268	437,0861298
	1	0,269	3,717	473,5633273	
	1	0,332	3,015	384,0860353	

Tinggi Benda Uji : 200 mm
 Diameter Benda Uji : 100 mm
 7850 mm²
 0,00785

Kepala Laboratorium

Ir. Hermu Suyoso, M.T.
 NIP 195511121987021001

Jember,
 Pemeriksa,

Moch. Akir
 NIP 196509282000031001



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
 LABORATORIUM STRUKTUR
 Jl. Kalimantan No. 37 Kampus Tegal Boto Kotak Pos 159 Jember 68121

Proyek : Skripsi "Pengaruh Variasi Prosentase *Superplasticizer* Terhadap sifat Mekanik dan Porositas Beton Berpori

Lokasi :
 Kontraktor :
 Konsultan Pengawas :
 Pengujian : Laju Alir Umur 28 Hari

Prosentase Superplasticizer	Volume air (L)	Waktu (menit)	Laju Alir (L/0,00785/m ² /menit)	Laju Alir (L/m ² /menit)	Rata-raat Laju Alir (L/m ² /menit)
0%	1	0,171	5,854	745,68899	814,07343
	1	0,166	6,036	768,94488	
	1	0,137	7,282	927,58642	
0,3%	1	0,220	4,552	579,91746	622,16626
	1	0,212	4,728	602,30986	
	1	0,186	5,372	684,27145	
0,6%	1	0,254	3,937	501,52967	489,80337
	1	0,258	3,873	493,43526	
	1	0,269	3,724	474,4452	
0,8%	1	0,233	4,286	545,95086	587,76145
	1	0,221	4,535	577,72578	
	1	0,199	5,021	639,60771	

Tinggi Benda Uji : 200 mm
 Diameter Benda Uji : 100 mm
 7850 mm²
 0,00785

Kepala Laboratorium

Ir. Hermu Suyoso, M.T
 NIP 195511121987021001

Jember,
 Pemertisa,

Moch. Akir
 NIP 196509282000031001



PRODUCT DATA SHEET

Sika® ViscoCrete®-3115 N

CONCRETE ADMIXTURE FOR HIGH FLOW / SELF-COMPACTING CONCRETE

DESCRIPTION

Sika® ViscoCrete®-3115 N is a third generation super-plasticiser for concrete and mortar. It is particularly developed for the production of high flow concrete with exceptional flow retention properties.

USES

Sika® ViscoCrete®-3115 N facilitates extreme water reduction, excellent flowability with optimal cohesion and strong self-compacting behaviour.

Sika® ViscoCrete®-3115 N is used for the following types of concrete :

- High flow concrete
- Self-compacting concrete (S.C.C.)
- Concrete with very high water reduction (up to 30%)
- High strength concrete
- Watertight concrete
- Pre-cast concrete

The combination of high water reduction , excellent flowability and high early strength provides clear benefits in the above mentioned applications.

CHARACTERISTICS / ADVANTAGES

Sika® ViscoCrete®-3115 N acts by surface adsorption on the cement particles producing a sterical separation effects. Concrete produced with Sika® ViscoCrete®-3115 N exhibits the following properties :

- Excellent flowability (resulting in highly reduced placing and compacting efforts)
- Strong self-compacting behaviour
- Extremely high water reduction (resulting in high density and strengths)
- Improved shrinkage and creep behaviour
- Increased carbonation resistance of the concrete
- Improved finish

Sika® ViscoCrete®-3115 N does not contain chlorides or other ingredients which promotes steel corrosion. Therefore, it may used without restriction for reinforced and pre-stressed concrete construction. Sika® ViscoCrete®-3115 N gives the concrete extended workability and depending on the mix design and the quality of materials used, self-compacting properties can be maintained for more than 1 hour at 30 °C.

PRODUCT INFORMATION

Chemical base	Aqueous solution of modified polycarboxylate copolymers	
Packaging	20 L jerrycan 200 L drum 1000 L tanks	
Appearance / Colour	Liquid / Turbid, Yellowish	
Shelf life	12 months from date of production when stored in original unopened packaging	
Storage conditions	Store in dry condition at temperature between +5 °C and +30 °C. Protect from direct sunlight and frost.	
Density	at +20 °C	1.05 ± 0.01 kg/L

Concreting Guidance

The standard rules of good concreting practice, concerning production and placing, are to be followed.
Laboratory trials before concreting on site are strongly recommended when using a new mix design or producing new concrete components. Fresh concrete must be cured properly and as early as possible.

APPLICATION INFORMATION

Recommended Dosage

For soft plastic concrete	0.3 – 0.8 % by weight of binder
For flowing and self compacting concrete (S.C.C.)	0.8 – 2.0 % by weight of binder

Compatibility

Sika® ViscoCrete®-3115 N may be combined with the following products:

- Plastiment® P121R
- Plastiment® VZ
- Sika® Fume
- SikaFibre®

Do not use viscocrete / viscoflow series combined with sikament series.

To produce flowing and / or self-compacting concrete, special concrete mix design is required.

Pre-trials are recommended and mandatory if combinations with the above products are required.

Please consult to our Technical Service Department.

APPLICATION INSTRUCTIONS

DISPENSING

Sika® ViscoCrete®-3115 N is added to the gauging water or simultaneously poured with it into the concrete mixer. For optimum utilisation of its high water reduction property, it is recommended to thoroughly mix the concrete at a minimal wet mixing time of 5 minutes.

The addition of the remaining gauging water (to fine tune concrete consistency) may only be started after two-thirds of the wet mixing time, to avoid surplus water in the concrete.

BASIS OF PRODUCT DATA

All technical data stated in this Data Sheet are based on laboratory tests. Actual measured data may vary due to circumstances beyond our control.

LOCAL RESTRICTIONS

Please note that as a result of specific local regulations the declared data and recommended uses for this product may vary from country to country. Please consult the local Product Data Sheet for the exact product data and uses.

ECOLOGY, HEALTH AND SAFETY

For information and advice on the safe handling, storage and disposal of chemical products, users shall refer to the most recent Safety Data Sheet (SDS) containing physical, ecological, toxicological and other safety-related data.

The information, and, in particular, the recommendations relating to the application and end-use of Sika products, are given in good faith based on Sika's current knowledge and experience of the products when properly stored, handled and applied under normal conditions in accordance with Sika's recommendations. In practice, the differences in materials, substrates and actual site conditions are such that no warranty in respect of merchantability or of fitness for a particular purpose, nor any liability arising out of any legal relationship whatsoever, can be inferred either from this information, or from any written recommendations, or from any other advice offered. The user of the product must test the product's suitability for the intended application and purpose. Sika reserves the right to change the properties of its products. The proprietary rights of third parties must be observed. All orders are accepted subject to our current terms of sale and delivery. Users must always refer to the most recent issue of the local Product Data Sheet for the product concerned, copies of which will be supplied on request.

PT. Sika Indonesia
Jl. Raya Cibinong-Bekasi km.20.
Cileungsi, Bogor 16820 - Indonesia
Tel. +62 21 8230025
Fax. +62 21 8230026
Website: idn.sika.com
email: sikacare@id.sika.com



SikaViscoCrete-3115N_en_ID_(11-2016)_1_1.pdf

Product Data Sheet
Sika® ViscoCrete®-3115 N
November 2016, Version 01.01
021301011000001634