



**PENGARUH PENAMBAHAN *VISCOSITY MODIFYING*
ADMIXTURE TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN
POROSITAS PADA BETON BERPORI**

TUGAS AKHIR

Oleh:

**Febri Rifadli
NIM 171910301014**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2021**



**PENGARUH PENAMBAHAN *VISCOSITY MODIFYING
ADMIXTURE* TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN
POROSITAS PADA BETON BERPORI**

TUGAS AKHIR

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi Teknik Sipil (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh:

**Febri Rifadli
NIM 171910301014**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2021**

PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua saya, Ayah Mochammad Ka'if Irvan, Ibunda Harini yang telah membesarkan, mendidik dengan baik dan menyayangi dengan kasih sayang yang luar biasa, serta selalu memberi dukungan terbaik dan do'a terbaik bagi saya hingga saya mampu menjadi anak sulung yang bisa menyelesaikan tugas akhir untuk memperoleh gelar Sarjana di Universitas Negeri.
2. Bapak Ketut A. Wiswamitra, S.T., M.T. dan Bapak Ir. Dwi Nurtanto, S.T., M.T. yang telah membimbing dan memberi masukan dengan penuh kesabaran untuk menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
3. Ibu Ir. Ririn Endah Badriani, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah meluangkan banyak waktu untuk membimbing dan memberikan saran serta motivasi kepada penulis selama menempuh masa studi.
4. Bapak Mochammad Akir, S.T. dan Bapak Didik yang telah memberikan masukan, bantuan dan pengarahan dengan penuh kesabaran untuk menyelesaikan dalam penyusunan skripsi.
5. Sahabat – sahabat saya yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang selama ini mendukung dalam perkuliahan dan selalu membawa kebahagiaan dikala suka maupun duka.
6. Team Beton Andra Robinur Pratomo, Gilang Yuli Prasetya, Hudha Yuka Mahendra, M. Rizki Aulia yang telah menemani, membantu dan mendengarkan keluh kesah selama pengerjaan skripsi ini hingga selesai.
7. Terimakasih kepada Alifian Maulidzi, Ainal Akbar, Alvin, Ichlasul Yusrizal Handoko, Masruri Anwar, Asna Malikhatul, Reza Fidian, Fatika Laily yang membantu dalam pengerjaan tugas akhir ini.
8. Almamater Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

MOTTO

**“Semua impian kita bisa terwujud jika kita memiliki keberanian untuk
mengejarinya.” - Walt Disney**

**“Jika kamu tidak dapat berhenti memikirkanya, maka bekerja keraslah
untuk mendapatkannya.” – Michael Jordan**



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Febri Rifadli

NIM : 171910301014

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir ini yang berjudul **“PENGARUH PENAMBAHAN *VISCOSITY MODIFYING ADMIXTURE* TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN POROSITAS PADA BETON BERPORI”** adalah benar-benar hasil karya sendiri. Kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan saya buat dengan sebenarnya, tanda adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik apabila ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 12 Januari 2021

Yang menyatakan,



Febri Rifadli

NIM 171910301014

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENAMBAHAN *VISCOSITY MODIFYING*
ADMIXTURE TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN
POROSITAS PADA BETON BERPORI**

Oleh

Febri Rifadli
NIM 171910301014

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Ketut A. Wiswamitra, S.T., M.T.
Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Dwi Nurtanto, S.T., M.T.

PENGESAHAN

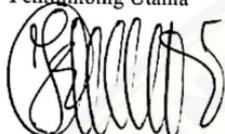
Tugas akhir berjudul “Pengaruh Penambahan *Viscosity Modifying Admixture* Terhadap Sifat Mekanik dan Porositas Pada Beton Berpori” karya Febri Rifadli telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : Selasa, 12 Januari 2021

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Pembimbing

Pembimbing Utama



Ketut A. Wiswamitra, S.T., M.T.
NIP 197007132000121001

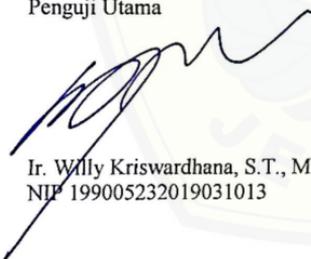
Pembimbing Anggota



Ir. Dwi Nurtanto, S.T., M.T.
NIP 197310151998021001

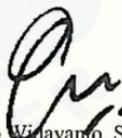
Tim Penguji

Penguji Utama



Ir. Willy Kriswardhana, S.T., M.T.
NIP 199005232019031013

Penguji Anggota



Erno Widayanto, S.T., M.T.
NIP 197004191998031002

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Jember



Dr. Ir. Triwahju Hardianto, S.T., M.T.
NIP 197008261997021001

RINGKASAN

Pengaruh Penambahan *Viscosity Modifying Admixture* Terhadap Sifat Mekanik dan Porositas Pada Beton Berpori; Febri Rifadli; 171910301014; 70 Halaman, Program Studi S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Beton berpori adalah beton yang memiliki pori-pori dan rongga didalamnya sehingga dapat dilewati oleh air, pori-pori beton berpori berguna sebagai untuk meresap air yang menggenang diatas permukaan. Beton berpori memiliki nilai kuat tekan yang relatif rendah dikarenakan banyaknya rongga kosong yang dimiliki oleh beton berpori, hal ini bisa diatasi dengan bahan tambah seperti *Superplasticizer* dan *Viscosity Modifying Admixture*. Penambahan *admixture* atau bahan tambah pada beton berpori diharapkan bisa menambah kuat tekan pada beton berpori.

Pembuatan pada beton berpori ini yang dilakukan pada penelitian bertujuan untuk melihat menambah kuat tekan pada beton berpori dengan pengujian kuat tekan, kuat tarik belah, porositas dan uji permeabilitas. Pengaruh penambahan bahan tambah pada penelitian ini menggunakan data primer. Data primer yang digunakan adalah data yang diambil dari penelitian yang ada di laboratorium. Data pengujian yang sudah didapatkan pada penelitian selanjutnya akan di analisis. Bahan kimia atau *admixture* yang dipakai dalam penelitian ini adalah *Superplasticizer* dan *Viscosity Modifying Admixture*.

Berdasarkan hasil perhitungan analisis yang telah dilakukan dari perlakuan yang sudah dilakukan pada penelitian ini didapatkan hasil bahwa kuat tekan dengan penambahan *Superplasticizer* 0.3% memiliki kuat tekan sebesar 13.39 MPa, kuat tarik belah sebesar 0.80 MPa, porositas sebesar 31.52%, dan uji permeabilitas sebesar 228.72 mm/jam. Hasil pengujian kuat tekan selanjutnya dengan penambahan *Superplasticizer* 0.3% dan *Viscosity Modifying Admixture* 0.3% adalah kuat tekan tertinggi pada penambahan *Superplasticizer* dan *Viscosity Modifying Admixture bervariasi* yang memiliki kuat tekan sebesar 19.24 MPa, kuat tarik belah sebesar 1.43 MPa, porositas sebesar 26.43%, dan uji permeabilitas sebesar 321.90 mm/jam. Hasil pengujian kuat tekan penambahan *Superplasticizer*

0.6% memiliki kuat tekan sebesar 15.75 MPa, kuat tarik belah sebesar 0.87 MPa, porositas sebesar 26.43% dan uji permeabilitas sebesar 330.48 mm/jam. Hasil pengujian kuat tekan selanjutnya dengan penambahan *Superplasticizer* 0.6% dan *Viscosity Modifying Admixture* 0.25% adalah kuat tekan tertinggi pada penambahan *Superplasticizer* dan *Viscosity Modifying Admixture* bervariasi yang memiliki kuat tekan sebesar 19.06 MPa, kuat tarik belah sebesar 1.32 MPa, porositas sebesar 23.56%, dan uji permeabilitas sebesar 343.32 mm/jam. Nilai kuat tekan yang diperoleh dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa *Superplasticizer* dan *Viscosity Modifying Admixture* mampu menambah kuat tekan, kuat tarik belah, porositas dan uji permeabilitas pada beton berpori.

SUMMARY

The Effect of Addition of Viscosity Modifying Admixture on Mechanical Properties and Porosity in Porous Concrete; Febri Rifadli; 171910301014; 70 Pages, S1 Civil Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Universitas Jember.

Porous concrete is concrete that has pores and void in it so that it can be passed through by water. The pores of Porous concrete are useful for absorbing water that has stagnated on the surface. Porous concrete has a relatively low compressive strength value due to the large number of empty voids owned by porous concrete, this can be overcome with added materials such as Superplasticizer and Viscosity Modifying Admixture. The addition of admixture or added material to porous concrete is expected to increase the compressive strength of porous concrete.

The manufacture of porous concrete was carried out in a study aimed at increasing the compressive strength of porous concrete by testing compressive strength, split tensile strength, porosity and permeability tests. The effect of adding added materials in this study using primary data. Primary data used is data taken from existing research in the laboratory. Examining the data that has been obtained in the next research was analyzed. The chemicals or admixtures used in this study are the Superplasticizer and Viscosity Modifying Admixture

Based on the results of the calculation of the analysis that has been carried out from the treatments that have been carried out in this study, the results show that the compressive strength with the addition of Superplasticizer 0.3% has a compressive strength of 13.39 MPa, a split tensile strength of 0.80 MPa, a porosity of 31.52%, and a permeability test of 228.72 mm/hour. The results of the subsequent compressive strength test with the addition of Superplasticizer 0.3% and Viscosity Modifying Admixture 0.3% are the highest compressive strength in the addition of various Superplasticizer and Viscosity Modifying Admixture which have a compressive strength of 19.24 MPa, split tensile strength of 1.43 MPa, porosity of 26.43%, and test permeability of 321.90 mm/hour. The test results of

the addition of 0.6% Superplasticizer compressive strength have a compressive strength of 15,75 MPa, split tensile strength of 0.87 MPa, porosity of 26.43%, and permeability test of 330.48 mm/hour. The results of the subsequent compressive strength test with the addition of 0.6% Superplasticizer and 0.25% Viscosity Modifying Admixture were the highest compressive strength in the addition of a varied Superplasticizer and Viscosity Modifying Admixture which had a compressive strength of 19.06 MPa, split tensile strength of 1.32 MPa, porosity of 23.56%, and test permeability of 343.32 mm / hour. The compressive strength values obtained from the results of this study can be concluded that the Superplasticizer and Viscosity Modifying Admixture are able to increase compressive strength, split tensile strength, porosity, and permeability tests on porous concrete.

PRAKATA

Alhamdulillah Robbil'alamin, Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“PENGARUH PENAMBAHAN *VISCOSTY MODIFYING ADMIXTURE* TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN POROSITAS PADA BETON BERPORI”**.

Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan sarjana pada Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penulis menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini tidak akan selesai tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada :

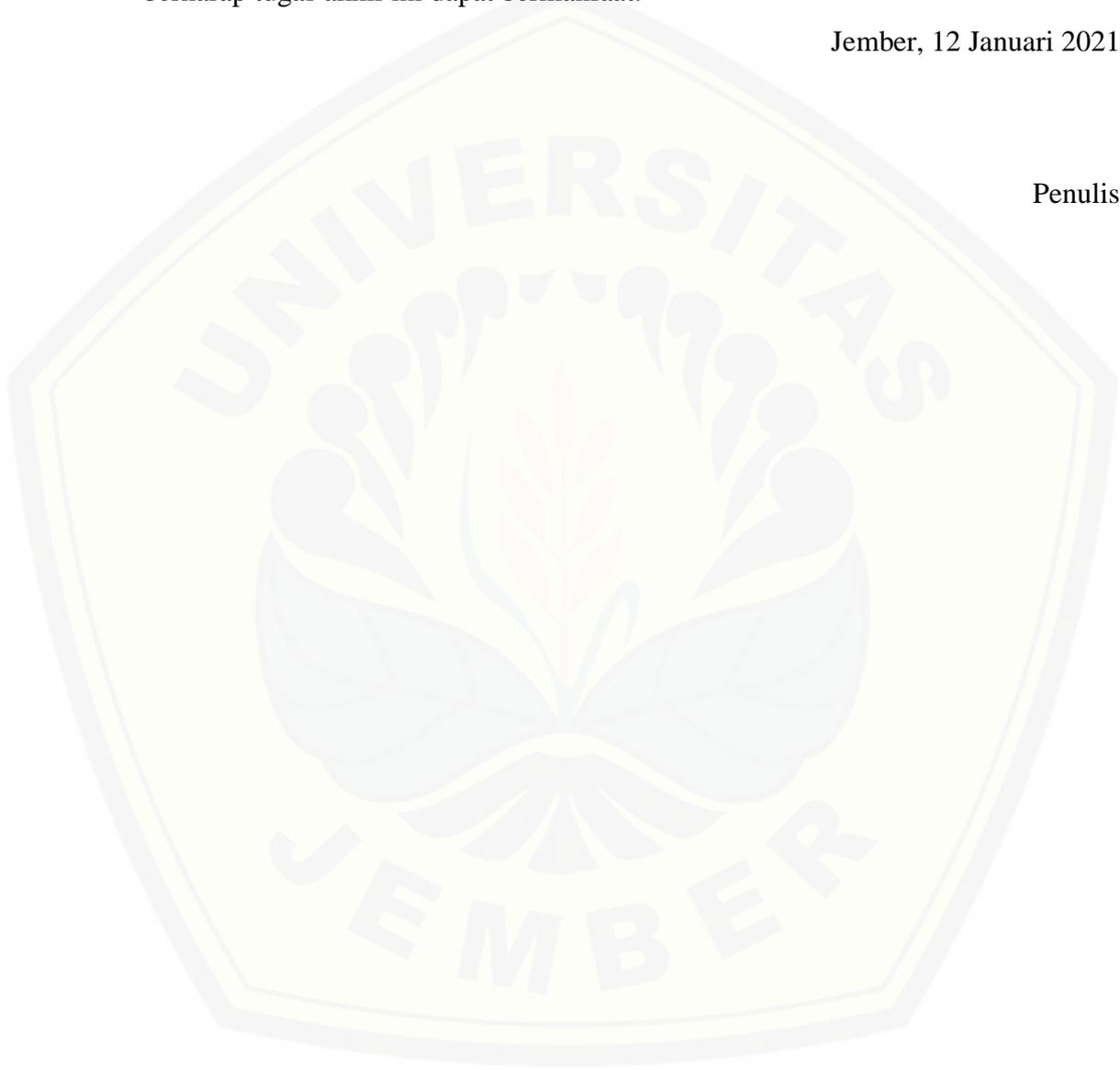
1. Allah SWT atas semua karunia yang telah diberikan.
2. Dr. Ir. Triwahju Hardianto, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
3. Dr. Ir. Gusfan Halik, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember.
4. Dr. Ir. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas Jember.
5. Ir. Willy Kriswardhana, S.T., M.T. selaku Ketua Kombi S1 Teknik Sipil Universitas Jember
6. Ketut A. Wiswamitra, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ir. Dwi Nurtanto, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktunya, selalu bersabar dalam membimbing dan memberikan motivasi penulis selama proses menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Ir. Willy Kriswardhana, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji I dan Erno Widayanto, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji II yang telah banyak memberikan masukan untuk perbaikan tugas akhir ini.
8. Ir. Ririn Endah Badriani, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah meluangkan banyak waktu untuk membimbing dan memberikan saran serta motivasi kepada penulis selama menempuh masa studi.

9. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah mengajarkan ilmu pengetahuan yang berguna.

Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari semua pihak demi kesempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata penulis berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat.

Jember, 12 Januari 2021

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN COVER	i
HALAMAN JUDUL	ii
PERSEMBAHAN	iii
MOTTO	iv
PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Beton	5
2.2 Pengertian Beton Porous	5
2.2.1 Kelebihan dan Kekurangan Beton Porous	7
2.3 Agregat Kasar	8
2.3.1 Berat Jenis Agregat	8
2.3.2 Kadar Air Agregat.....	9
2.4 Air	10
2.5 Semen Portland Pozzolan Composite	11

2.6	<i>Superplasticizer</i>	11
2.6.1	Klasifikasi <i>Superplasticizer</i>	12
2.6.2	Jenis – Jenis <i>Superplasticizer</i>	13
2.6.3	Konsep Tujuan <i>Superplasticizer</i>	13
2.7	<i>Viscosity Modifying Admixture (VMA)</i>	14
2.8	Pengujian	15
2.8.1	Pengujian Material	15
2.8.2	Pengujian Beton	16
2.9	Analisis Data Statistik	19
2.9.1	Analisis Regresi Polinomial.....	19
2.10	Penelitian Terdahulu	19
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN		23
3.1	Metode Pelaksanaan	23
3.2	Tempat dan Waktu	27
3.3	Studi Kepustakaan	27
3.4	Persiapan Alat dan Bahan	27
3.5	Variabel Penelitian	27
3.5.1	Variabel Bebas	27
3.5.2	Variabel Terikat	28
3.6	Rancangan Penelitian	28
3.7	Prosedur Penelitian	29
3.7.1	Pengujian Material	29
3.7.2	Pembuatan Campuran Benda Uji	32
3.7.3	Pembuatan Benda Uji.....	32
3.7.4	Perawatan Benda Uji.....	32
3.7.5	Pengujian Benda Uji	33
3.8	Analisa dan Pembahasan	34
BAB 4. PEMBAHASAN		37
4.1	Pengujian Agregat Kasar	37
4.1.1	Berat Volume Agregat Kasar	37
4.1.2	Berat Jenis Agregat Kasar	38

4.1.3	Air Resapan Agregat Kasar	38
4.1.4	Kelembaban Agregat Kasar	39
4.1.5	Kadar Lumpur Agregat Kasar	39
4.1.6	Analisa Saringan Agregat Kasar	40
4.2	Pengujian Semen	42
4.2.1	Berat Jenis Semen	42
4.2.2	Berat Volume Semen	43
4.3	Proporsi Campur	44
4.3.1	Proporsi Campuran Benda Uji.....	44
4.4	Data Hasil Pengujian	44
4.4.1	Pengujian Slump.....	44
4.4.2	Hasil Pengujian Kuat Tekan	48
4.4.3	Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah.....	52
4.4.4	Hasil Pengujian Porositas	55
4.4.5	Hasil Pengujian Uji Permeabilitas	57
4.5	Analisis Regresi	59
4.5.1	Analisis Pengujian Beton dengan Regresi Linier Sederhana	59
4.6	Curing (Perawatan Beton).....	66
BAB 5. PENUTUP	68	
5.1	Kesimpulan	68
5.2	Saran	69
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....24

Gambar 4.1 Analisa Saringan Agregat Kasar Saringan 10mm41

Gambar 4.2 Analisa Saringan Agregat Kasar Saringan 20mm42

Gambar 4.3 Analisa Saringan Agregat Kasar Saringan 40mm42

Gambar 4.4 Pengujian Slump Sp 0.3% dan VMA 0%44

Gambar 4.5 Pengujian Slump Sp 0.6% dan VMA 0%44

Gambar 4.6 Pengujian Slump Sp 0.3% dan VMA 0.2%45

Gambar 4.7 Pengujian Slump Sp 0.6% dan VMA 0.2%45

Gambar 4.8 Pengujian Slump Sp 0.3% dan VMA 0.25%46

Gambar 4.9 Pengujian Slump Sp 0.6% dan VMA 0.25%46

Gambar 4.10 Pengujian Slump Sp 0.3% dan VMA 0.3%47

Gambar 4.11 Pengujian Slump Sp 0.6% dan VMA 0.3%47

Gambar 4.12 Pengujian Slump Sp 0.3% dan VMA 0.35%48

Gambar 4.13 Pengujian Slump Sp 0.6% dan VMA 0.35%48

Gambar 4.14 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan *Superplasticizer* 0.3% dan *Viscosity Modifying Admixture* bervariasi.....49

Gambar 4.15 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan *Superplasticizer* 0.6% dan *Viscosity Modifying Admixture* bervariasi.....50

Gambar 4.16 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah *Superplasticizer* 0.3% dan *Viscosity Modifying Admixture* bervariasi.....53

Gambar 4.17 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah *Superplasticizer* 0.6% dan *Viscosity Modifying Admixture* bervariasi.....54

Gambar 4.18 Grafik Hasil Pengujian Porositas dengan *Superplasticizer* 0.3% dan *Viscosity Modifying Admixture* bervariasi.....55

Gambar 4.19 Grafik Hasil Pengujian Porositas dengan *Superplasticizer* 0.6% dan *Viscosity Modifying Admixture* bervariasi.....56

Gambar 4.20 Grafik Hasil Uji Permeabilitas Pada Penambahan *Superplasticizer* 0.3% dan *Viscosity Modifying Admixture* bervariasi.....57

Gambar 4.21 Grafik Hasil Uji Permeabilitas Pada Penambahan *Superplasticizer* 0.6% dan *Viscosity Modifying Admixture* bervariasi.....58

Gambar 4.22 Grafik Hasil Regresi Kuat Tekan dengan <i>Superplasticizer</i> 0.3% dan <i>Viscosity Modifying Admixture</i> bervariasi.....	59
Gambar 4.23 Grafik Hasil Regresi Kuat Tekan dengan <i>Superplasticizer</i> 0.6% dan <i>Viscosity Modifying Admixture</i> bervariasi.....	60
Gambar 4.24 Grafik Hasil Regresi Kuat Tarik Belah dengan <i>Superplasticizer</i> 0.3% dan <i>Viscosity Modifying Admixture</i> bervariasi.....	61
Gambar 4.25 Grafik Hasil Regresi Kuat Tarik Belah dengan <i>Superplasticizer</i> 0.6% dan <i>Viscosity Modifying Admixture</i> bervariasi.....	62
Gambar 4.26 Grafik Hasil Regresi Porositas dengan <i>Superplasticizer</i> 0.3% dan <i>Viscosity Modifying Admixture</i> bervariasi.....	63
Gambar 4.27 Grafik Hasil Regresi Porositas dengan <i>Superplasticizer</i> 0.6% dan <i>Viscosity Modifying Admixture</i> bervariasi.....	64
Gambar 4.28 Grafik Hasil Regresi Uji Permeabilitas dengan <i>Superplasticizer</i> 0.3% dan <i>Viscosity Modifying Admixture</i> bervariasi.....	65
Gambar 4.29 Grafik Hasil Regresi Uji Permeabilitas dengan <i>Superplasticizer</i> 0.6% dan <i>Viscosity Modifying Admixture</i> bervariasi.....	65
Gambar 4.30 Curing atau Perawatan Beton Menggunakan Alas Karung	67
Gambar 4.31 Curing atau Perawatan Beton Menggunakan Alas dan Penutup Karung Goni	67

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jumlah Benda Uji Beton Porous	28
Tabel 3.2 Matriks Penelitian	35
Tabel 4.1 Berat Volume Agregat Kasar	37
Tabel 4.2 Berat Jenis Agregat Kasar	38
Tabel 4.3 Air Resapan Agregat Kasar	38
Tabel 4.4 Kelembaban Agregat Kasar.....	39
Tabel 4.5 Kadar Lumpur Agregat Kasar	39
Tabel 4.6 Analisa Saringan Agregat Kasar	40
Tabel 4.7 Berat Jenis Semen	43
Tabel 4.8 Berat Volume Semen.....	43
Tabel 4.9 Proporsi Campuran Benda Uji	44
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 28 Hari <i>Superplasticizer</i> 0.3% dan <i>Viscosity Modifying Admixture</i> bervariasi.....	49
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 28 Hari <i>Superplasticizer</i> 0.6% dan <i>Viscosity Modifying Admixture</i>	50
Tabel 4.12 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Umur 28 Hari <i>Superplasticizer</i> 0.3% dan <i>Viscosity Modifying Admixture</i> bervariasi	53
Tabel 4.13 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Umur 28 Hari <i>Superplasticizer</i> 0.6% dan <i>Viscosity Modifying Admixture</i> bervariasi	54
Tabel 4.14 Hasil Pengujian Porositas Pada Penambahan <i>Superplasticizer</i> 0.3% dan <i>Viscosity Modifying Admixture</i> bervariasi.....	55
Tabel 4.15 Hasil Pengujian Porositas Pada Penambahan <i>Superplasticizer</i> 0.6% dan <i>Viscosity Modifying Admixture</i> bervariasi.....	56
Tabel 4.16 Hasil Pengujian Uji Permeabilitas Pada Penambahan <i>Superplasticizer</i> 0.3% dan <i>Viscosity Modifying Admixture</i> bervariasi	57
Tabel 4.17 Hasil Pengujian Uji Permeabilitas Pada Penambahan <i>Superplasticizer</i> 0.6% dan <i>Viscosity Modifying Admixture</i> bervariasi	58

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton adalah salah satu bahan konstruksi yang tersusun dari semen dan beberapa campuran agregat. Pada umumnya struktur pada bangunan membutuhkan beton sebagai material bangunan dikarenakan memiliki keunggulan-keunggulan yang lebih baik dibandingkan material lainnya. Penggunaan beton kini makin banyak yang bervariasi salah satunya beton berpori, adanya beton berpori ini dapat berfungsi jika terjadinya hujan agar tidak ada terjadinya genangan air. Oleh karena itu, inovasi beton perlu adanya guna untuk membuat beton ramah lingkungan dan bisa meminimalisir dampak air yang menggenang pada era modern ini. Salah satunya adalah beton berpori.

Beton berpori memiliki elemen yang berasal dari campuran agregat kasar, air, dan semen ataupun bahan tambah yang memiliki fungsi untuk memperkuat beton berpori tanpa mengurangi mutu beton itu sendiri. Beton berpori memiliki pori-pori sehingga dapat ditembus oleh air. Pori-pori pada beton berpori dapat digunakan untuk meresap air yang ada di permukaan. Oleh karena itu, beton berpori ini memiliki banyak rongga didalamnya.

Permasalahan yang terjadi pada beton berpori adalah kurang memilikinya kuat tekan yang mendukung ataupun relatif kecil. Penambahan kuat tekan beton berpori dapat diatasi dengan menggunakan *admixture* beton. *Admixture* yang digunakan dalam pembuatan beton berpori adalah *Superplasticizer* dan *Viscosity Modifying Admixture (VMA)*. *Superplasticizer* adalah bahan tambah (*admixture*) yang ditambahkan pada adukan beton yang memiliki fungsi mengubah sifat beton sesuai dengan perencanaan yang kita inginkan. *Superplasticizer* memiliki fungsi untuk meningkatkan *workability* pada beton. *Viscosity Modifying Admixture (VMA)* memiliki fungsi untuk mengubah sifat beton segar menjadi lebih kohesif dan homogen (EFNARC, 2007). Penggunaan *Viscosity Modifying Admixture (VMA)* hanya mampu meningkatkan pada viskositas beton dan meningkatkan *workability* pada beton.

Penggunaan *Viscosity Modifying Admixture (VMA)* dikombinasikan dengan *Superplasticizer* untuk membuat sifat beton lebih optimal (EFNARC, 2007).

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Tyas (2020) dalam pembuatan beton berpori ini menggunakan bahan tambah *Superplasticizer* dengan variasi 0%, 0.3%, 0.6%, dan 0.8%. Penelitian ini mendapatkan hasil nilai kuat tekan masing - masing proporsi campuran variasi persentase *Superplasticizer* pada umur 7 dan 28 hari untuk persentase variasi 0% didapat hasil kuat tekan sebesar 8.03 MPa dan 9.52 MPa, variasi 0.3% didapat hasil kuat tekan sebesar 10.03 MPa dan 13.47 MPa, variasi 0.6% didapat hasil kuat tekan sebesar 12.23 MPa dan 16.45 MPa, dan variasi 0.8% didapat hasil kuat tekan sebesar 9.04 MPa dan 10.95 MPa. Penambahan *Superplasticizer* dapat meningkatkan kuat tekan beton berpori akan tetapi tidak semuanya akan mengalami kenaikan. Nilai optimum yang didapat dalam penggunaan pada penelitian ini pada persentase 0.6%.

Penambahan *Viscosity Modifying Admixture* pada dosis yang optimal memberikan efek yang lebih baik yaitu mendapatkan nilai kuat tekan yang maksimal. Penambahan *Viscosity Modifying Admixture* dengan dosis yang optimal bisa mengurangi *bleeding* dan *segregasi* dalam beton. Andreas dkk, (2018). Penelitian Andreas dkk, (2018) menggunakan variasi *Viscosity Modifying Admixture* dengan variasi 0%, 0.28%, 0.3%, 0.32%, 0.35%, dan 0.4%. Penelitian ini mendapatkan hasil kuat tekan beton dengan umur 28 hari untuk variasi 0% didapat hasil kuat tekan sebesar 18.68 MPa, variasi 0.28% sebesar 21.25 MPa, variasi 0.3% sebesar 21.97 MPa, variasi 0.32% sebesar 21.10 MPa, variasi 0.35% sebesar 22.93 MPa, variasi 0.4% sebesar 22.45 MPa. Nilai optimum yang didapat dalam penelitian ini adalah variasi 0.35% didapat hasil kuat tekan sebesar tertinggi yaitu 22.93 MPa. Pada hasil analisa kuat tekan dengan penggunaan *Viscosity Modifying Admixture* yang optimal dapat memberikan hasil kuat tekan yang maksimal, namun jika penambahan *Superplasticizer* yang melebihi batas normal maka kadar tersebut tidak dianjurkan dikarenakan dapat memperlambat *setting time* yang berdampak pada kuat tekan beton.

Berdasarkan penelitian terdahulu yang sudah dijelaskan di atas maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan *Viscosity Modifying Admixture (VMA)* pada penelitian ini akan digunakan *Superplasticizer* dengan takaran sebesar 0.3 dan 0.6%. Persentase *Superplasticizer* yang digunakan dalam penelitian didapat dari penelitian sebelumnya oleh Tyas (2020) dengan nilai porositas tertinggi yang menggunakan kadar *Superplasticizer* 0.3% dan kadar optimum dari kuat tertinggi yang menggunakan kadar *Superplasticizer* 0.6%. Pemilihan *Viscosity Modifying Admixture (VMA)* yang digunakan dalam penelitian ini sebesar 0%, 0.2%, 0.25%, 0.3%, dan 0.35%. Variasi *Viscosity Modifying Admixture (VMA)* terpacu pada penelitian yang dilakukan oleh Andreas, dkk, (2018). Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan dari penelitian Tyas (2020) mengenai beton berpori. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah penggunaan *Viscosity Modifying Admixture (VMA)* pada beton berpori. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini berupa uji kuat tekan beton pada umur 28 hari, uji kuat tarik belah dan porositas pada beton berpori.

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang ada di atas maka dirumuskan permasalahan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana sifat mekanik untuk penambahan *Viscosity Modifying Admixture (VMA)* pada beton berpori?
2. Bagaimana pengaruh porositas beton berpori dalam penambahan *Viscosity Modifying Admixture (VMA)*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan yang didapat adalah:

1. Menganalisis pengaruh penambahan *Viscosity Modifying Admixture (VMA)* pada beton berpori.
2. Menganalisis pengujian porositas terhadap beton berpori dengan penambahan *Viscosity Modifying Admixture (VMA)*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian adalah:

Manfaat teoritis dari penelitian ini adalah:

1. Dapat memberi informasi tentang pengaruh penambahan *Viscosity Modifying Admixture (VMA)* terhadap sifat mekanik beton berpori.
2. Menambah bahan kajian pada beton berpori dengan penambahan *Viscosity Modifying Admixture (VMA)* pada porositas beton berpori.

Manfaat secara praktis dari penelitian ini adalah:

1. Dapat memperbaiki sifat rheologi pada beton (*bleeding, segregasi, workability*).

1.5 Batasan Penelitian

Batasan penelitian yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Benda uji silinder yang mempunyai ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
2. Tidak memperhitungkan anggaran biaya beton.
3. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 28 hari.
4. Pengujian kuat tarik belah dilakukan pada umur 28 hari.
5. Pengujian porositas pada beton berpori dilakukan pada umur 28 hari.
6. Pengujian uji permeabilitas pada beton berpori dilakukan pada umur 28 hari.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2847-2002), beton merupakan campuran antara semen, agregat kasar, air dan bahan lainnya yang membentuk massa padat. Material tersebut dicampur merata dengan komposisi yang sudah disiapkan untuk menghasilkan suatu campuran yang bersifat homogen sehingga dapat dituang dalam wadah/cetakan untuk dibentuk sesuai perencanaan. Campuran beton tersebut apabila dibiarkan akan menjadi keras akibat reaksi kimia antara semen dan air yang berlangsung dalam jangka waktu tertentu.

Berdasarkan Tjokrodimuljo, 1996 data berat jenisnya, agregat yang digunakan dalam beton dibedakan menjadi 3 yaitu:

- a. Agregat normal, adalah agregat yang memiliki nilai berat jenis antara 2.5 hingga 2.7. Agregat ini biasanya berasal dari agregat basalt, granit, kuarsa, dan sebagainya.
- b. Agregat ringan, adalah agregat yang memiliki nilai berat jenis kurang dari 2 dan sering diaplikasikan untuk bangunan non struktural.
- c. Agregat berat, adalah agregat yang memiliki berat jenisnya lebih dari 2.8 seperti barites (BaSO_4) atau serbuk besi dan magnetik (Fe_3O_4).

2.2 Pengertian Beton Berpori

Beton berpori adalah suatu bahan bangunan yang dibuat dari beberapa campuran agregat kasar, semen, air, dan penambahan bahan lain yang tidak mengurangi mutu beton. Beton ini menciptakan struktur berongga yang dapat membiarkan air hujan jatuh menembus ke permukaan dan mendaras ke lahan tanah. Beton berpori memiliki rongga yang dapat meloloskan air. Volume rongga yang terjadi pada beton berpori antara 15% hingga 35% (Park, S., dkk., 2004).

Penggunaan beton berpori dalam dunia konstruksi masih jarang digunakan karena memiliki sifat yang berongga dan nilai kuat tekan yang rendah. Dengan

memiliki sifat tersebut, beton berpori lebih baik digunakan dalam konstruksi yang non-struktural yang tidak membutuhkan beton bernilai kuat tekan yang tinggi. Jenis struktur yang dapat digunakan dengan menggunakan beton berpori adalah tempat untuk pejalan kaki, lapangan parker, lapisan bagian atas pada taman, lapangan tenis dan perkerasan kaku untuk jalan lokal dengan intensitas lalu lintas yang rendah (Arnoldus, 2012).

Menurut ACI 522R-10 *Report on Pervious Concrete* beton berpori memiliki nilai slump yang mendekati nol. Bahan pembuat beton berpori yang terdiri dari semen, air, kerikil, sedikit atau tidak ada pasir, dan bahan tambah lainnya. Campuran ini dapat menghasilkan bahan yang mengeras dan memiliki pori-pori. Ukuran dari agregat kasar yang dapat digunakan mulai dari ukuran 2 hingga 8 mm, dengan tujuan agar air dapat melewati rongga dengan sangat mudah. Pori-pori yang ada pada beton berpori bernilai antara 15 hingga 35%. Tingkat laju alir yang dapat tembus pada beton berpori akan bervariasi berdasarkan bahan dan campuran yang digunakan.

Jenis bahan tambah (*admixture*) yang dapat digunakan pada pembuatan beton berpori misalnya *Superplasticizer* yang berfungsi untuk meningkatkan *workability* beton. Selain itu dapat digunakan untuk mencegah pengerasan beton yang terlalu cepat. Beton berpori ini sering digunakan pada perkerasan jalan, selain itu beton berpori juga memiliki fungsi untuk mengurangi suara bising. Beton berpori ini juga dapat diaplikasikan untuk lapangan parkir dan jalan untuk pejalan kaki serta jalan umum yang beban lalu lintasnya rendah hingga sedang.

Keuntungan dalam menggunakan beton berpori adalah mengurangi genangan air hujan dan percikan di trotoar yang mengganggu pengguna jalan. Beton berpori banyak digunakan di Negara Amerika Serikat karena memiliki berbagai manfaat lingkungan seperti bisa mengendalikan limbah air hujan tanpa menggenang, memulihkan penyimpanan air tanah, dan dapat mengurangi polusi air dan tanah (Tennis, Leming, Akers, 2004).

2.2.1 Kelebihan dan Kekurangan Beton Berpori

Beton berpori memiliki kelebihan diantaranya adalah:

- a. *Thermal Insulation*, yang berarti beton berpori dapat mereduksi panas.
- b. *Reduce Cement Demand*, untuk kebutuhan semen pada beton ini yang sedikit, karena tidak menggunakan pasir maka semen tidak digunakan menyelimuti permukaan.
- c. *Low Shrinkage*, yaitu penyusutan total dalam beton berpori pada saat beton mengeras. Tingkat penyusutan beton berpori lebih cepat jika dibandingkan dengan beton padat pada umumnya. Penyusutan beton pada 20% hingga 30% dan memiliki bahaya retak beton yang lebih kecil jika dibandingkan dengan beton biasa.
- d. *Light Weight*, beton berpori yang dihasilkan lebih ringan karena agregat yang digunakan ringan.
- e. *Eliminated Segregation*, yaitu kecil terjadinya segregasi atau pemisahan agregat.
- f. *Sound Insulation*, memiliki fungsi yang dapat mengurangi suara bising.
- g. *Simple*, cara pembuatan yang mudah dan tidak membutuhkan waktu yang lama.
- h. Ramah lingkungan, beton berpori yang mudah meloloskan air dan dapat digunakan sebagai sumur resapan sehingga meningkatkan resapan ke dalam tanah.

Beton berpori juga memiliki kekurangan diantaranya adalah:

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

2.3 Agregat Kasar

Agregat kasar adalah butiran kasar yang berupa kerikil, pecahan kerikil, batu pecah. Agregat kasar diperoleh dari pecahan batuan yang ukurannya lebih dari 5 mm atau yang biasa disebut dengan batu pecah sedangkan agregat halus berupa pasir alam yang diperoleh disintegrasi alami oleh batuan atau yang berukuran kurang dari 5 mm. Agregat kasar merupakan agregat yang mempunyai ukuran butir 5.00 mm sampai 40 mm. Fungsi dari agregat kasar dalam beton adalah sebagai bahan pengisi sebagian besar volume beton itu sendiri, yaitu sekitar 50%-80% dari total volume beton. Ukuran agregat kasar minimum adalah 4.75 mm (ASTM C33, 1982). Parameter - parameter agregat kasar pada SNI-03-2461-1991/2002 sebagai berikut:

a. Penyerapan air

Penyerapan air maksimum yang diijinkan pada agregat kasar sebesar 3%.

b. Kadar lumpur

Kadar lumpur maksimum yang terdapat pada agregat kasar maksimum sebesar 1% dari berat kering pada agregat.

c. Modulus Halus

Modulus halus yang disyaratkan pada agregat kasar sebesar 6-7.1.

d. Kandungan Bahan Organik

Kandungan bahan organik pada agregat kasar harus seminimal mungkin dikarenakan kandungan bahan organik dapat mengurangi kekuatan pada beton.

2.3.1 Berat Jenis Agregat

Berat jenis agregat dapat dibagi menjadi 3 yaitu: agregat ringan, agregat normal dan agregat berat. Agregat ringan adalah agregat yang memiliki berat jenis kurang dari 2 yang biasanya dibuat untuk perencanaan non struktural, tetapi bisa juga digunakan untuk perencanaan beton struktural maupun tembok. Kelebihannya adalah beratnya yang lebih rendah sehingga strukturnya lebih ringan dan memiliki pondasi yang lebih kecil.

Agregat normal adalah agregat yang mempunyai berat jenis antara 2.5 sampai dengan 2.7. Biasanya agregat ini berasal dari granit, basalt, kuarsa dan lainnya. Beton dari berat jenis 2.3 menghasilkan kuat tekan antara 15 sampai dengan 40 MPa. Betonya juga disebut dengan beton normal.

Agregat berat adalah agregat yang mempunyai berat jenis lebih dari 2.8 contohnya serbuk besi, *barytes* (BaSO_4). Beton yang dihasilkan memiliki berat jenis yang tinggi, efektif digunakan sebagai dinding pelindung sinar radiasi sinar X.

2.3.2 Kadar Air Agregat

Air yang berada di dalam agregat perlu diketahui karena berfungsi untuk menghitung jumlah besaran air yang dipakai dalam pasta beton dan untuk mengetahui berat dalam satuan agregat. Keadaan kandungan air didalam agregat dibedakan menjadi beberapa tingkat.

- a. Kering udara merupakan agregat yang bersifat kering permukaannya tetapi terkandung sedikit air di dalam pori-porinya. Oleh karena itu, agregat dalam tingkat ini masih dapat menghisap air.
- b. Kering tungku merupakan agregat yang benar-benar tidak dapat berair, ini berarti dapat tingkat ini masih secara penuh menyerap air.
- c. Basah merupakan agregat yang didalam butirnya mengandung banyak air, baik di bagian permukaannya maupun di dalam butiran, sehingga apabila dalam tingkat ini dipakai untuk campuran dapat memberi air.
- d. Jenuh kering muka, agregat ini tidak memiliki air di permukaan tetapi di dalam butir-butirnya terdapat sejumlah air. Dengan demikian, butiran-butiran pada tahap ini tidak dapat menyerap dan juga tidak bisa menambah jumlah air bila dipakai untuk campuran beton.
- e. Dari keempat keadaan kadar air agregat tersebut hanya ada dua keadaan yang sering dipakai dalam dasar hitungan. Keadaan yang bisa dipakai adalah keadaan kering tungku dan jenuh kering muka,

karena memiliki sifat konstan untuk suatu agregat tertentu. Penyerapan dan penambahan pada air tersebut dapat dihitung dengan persamaan yang ada di bawah ini.

$$A_{tamb} = \frac{K - K_{jkm}}{100} \times W_{ag}$$

Dimana:

- A_{tamb} = air tambahan dari agregat (liter)
 K = kadar air agregat di lapangan (%)
 K_{jkm} = kadar air agregat jenuh kering muka (%)
 W_{ag} = berat agregat (kg)

2.4 Air

Air adalah bahan yang menyusun campuran beton, berfungsi untuk menghasilkan reaksi dengan semen. Selain itu memiliki fungsi agar lebih mudah mencampur antara agregat kasar dan agregat halus agar campuran beton dapat dikerjakan dengan mudah dan dapat dipadatkan. Air yang dibutuhkan dalam proses hidrasi campuran beton segar yaitu kurang lebih air yang digunakan sebanyak 25% dari berat semen yang digunakan. Pada kenyataanya jika nilai faktor air semen (fas) yang digunakan kurang dari 35%, maka menyebabkan beton sulit untuk dikerjakan. Sehingga beton yang dihasilkan keropos dan kuat tekannya menjadi rendah.

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.

Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen dan agregat untuk menjadi bahan pencampur agar dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan (Tjokrodinuljo, 1996). Air adalah senyawa yang dibutuhkan untuk proses pengaktifan reaksi *pozzolan* agar dapat mengikat agregat. Air tersebut tidak

boleh mengandung asam, minyak, alkali, garam-garam, bahan-bahan lain yang merusak beton, dalam hal ini dianjurkan menggunakan air minum (PBB tahun 1971). Air yang digunakan dalam penelitian ini adalah air laboratorium Struktur dan Material Fakultas Teknik Universitas Jember.

2.5 Semen *Portland Pozzolan Composite*

Semen *Portland Pozzolan Composite* adalah bahan ikat yang digunakan pada pembuatan beton. Semen Portland jika dicampur dengan air maka akan menjadi pasta semen, sedangkan jika dicampur dengan pasir dan 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 dari Semen 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 beberapa 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*)

2.6 *Superplasticizer*

Superplasticizer (high range water reducer admixture) adalah bahan kimia yang mengurangi kadar air sampai dengan 12% atau bahkan lebih (ASTM C494 – 82). *Superplasticizer* tersusun dari asam *sulfonat* yang memiliki fungsi menghilangkan gaya permukaan pada partikel semen sehingga lebih cepat menyebar, melepaskan air yang terikat pada kelompok partikel semen untuk

menghasilkan suatu viskositas atau kekentalan pada pasta semen ataupun beton segar. *Flowability* yang tinggi pada campuran suatu beton mengandung *Superplasticizer* umumnya dapat bertahan sekitar 30 sampai 60 menit lalu setelah itu berkurang dengan cepat yang sering disebut dengan *slump loss* (Nugraha dan Antoni, 2007:90).

2.6.1 Klasifikasi *Superplasticizer*

Superplasticizer mempunyai fungsi membuat adukan lebih encer meskipun dengan air yang sedikit. *Superplasticizer* dalam klasifikasi ASTM masuk dalam kategori *admixture* tipe F, mengacu pada klasifikasi ASTM C494 – 82 dikenal dalam 7 jenis *admixture*.

a. Tipe A *Water Reducer (WR)*

Water Reducer atau yang biasa disebut *plasticizer* adalah Bahan kimia yang berfungsi mengurangi jumlah air yang digunakan, dengan pemakaian bahan ini dapat memperoleh adukan dengan fas yang lebih rendah dari pada nilai kekentalan adukan yang sama atau memperoleh kekentalan adukan yang lebih encer pada fas yang sama.

b. Tipe B *Retarder*

Retarder adalah bahan kimia yang memiliki fungsi untuk memperlambat proses ikatan beton, bahan ini diperlukan apabila suatu pasta dibutuhkan waktu yang cukup lama untuk pencampuran/pengadukan beton dengan penuangan adukan.

c. Tipe C *Accelerator*

Accelerator adalah bahan kimia yang berfungsi mempercepat proses ikatan dan pengerasan pada beton. Bahan ini digunakan jika penuangan adukan dilakukan dibawah permukaan air atau yang memerlukan pengerasan segera mungkin.

d. Tipe D *Water Reducer Retarder (WRR)*

Water Reducer Retarder adalah bahan kimia yang memiliki fungsi ganda yaitu berfungsi mengurangi air dan memperlambat proses ikatan.

e. Tipe E *Water Reducer Accelerator*

Water Reducer Accelerator adalah bahan kimia yang memiliki fungsi ganda yaitu berfungsi mengurangi air dan memperlambat proses ikatan.

f. Tipe F *High Range Water Reducer*

High Range Water Reducer atau yang disebut *Superplasticizer* adalah bahan kimia yang memiliki fungsi untuk mengurangi air sampai 12% atau lebih pada saat pencampuran dengan beton dapat 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 memiliki *workability* yang tetap terjaga dengan baik.

g. Tipe G *High Range Water Retarding*

High Range Water Reducer adalah bahan kimia yang memiliki 2 fungsi ganda yaitu mengurangi air dan mempercepat proses ikatan beton.

2.6.2 Jenis – Jenis *Superplasticizer*

Superplasticizer dibagi menjadi 4 menurut (Edward G Nawy, 1996).

- a. *Carboxyl acrylic ester copolymer*.
- b. Modifikasi *Lignosulfonat* tanpa kandungan klorida.
- c. Kondensasi *Sulfonate Nephthalene Formaldehyde (SNF)* dengan kandungan klorida yang diabaikan.
- d. Kondensasi *Sulfonate Melamine Formaldehyde (SMF)* dengan kandungan klorida sebesar 0.005%

2.6.3 Konsep Tujuan *Superplasticizer*

Ada beberapa konsep tujuan digunakannya *Superplasticizer* seperti mempercepat pencapaian mutu beton. Dengan mengurangi kadar faktor air semen tentunya mengurangi mutu kuat tekan beton, dengan memperkecilnya pemakaian air digunakanlah *Superplasticizer*

agar mutu kuat tekan beton tetap tinggi. Adapun tujuan lain seperti dibawah ini.

a. Water Reduction

Zat ini berfungsi untuk mengurangi penggunaan air pada beton, yang dimaksudkan agar memperoleh adukan dengan nilai faktor air semen yang tetap, tetapi dengan kekentalan yang sama. Agar didapatkan adukan beton yang lebih encer, agar diperoleh kuat tekan yang tinggi dengan tidak mengurangi kekentalannya atau diperoleh beton dengan mutu kuat tekan yang sama, tetapi adukan pasta dibuat lebih encer agar mudah dalam proses penuangan.

b. Retarder

Zat ini berfungsi untuk memperlambat proses ikatan campuran beton yang biasanya diperlukan untuk beton yang tidak langsung dituang dalam cetakan. Proses pengikatan campuran biasanya sekitar 1 jam. Apabila beton sebelum dituang dalam waktu lebih dari 1 jam maka perlu ditambahkan zat kimia ini.

c. Accelerators

Zat ini digunakan untuk mempercepat ikatan dan pengerasan dalam pencampuran beton. Untuk mempercepat proses pekerjaan konstruksi beton, pencampuran beton dilakukan ditempat.

2.7 Viscosity Modifying Admixture (VMA)

Viscosity Modifying Admixture (VMA) merupakan salah satu bahan yang dibuat untuk mengurangi terjadinya segregasi dan bleeding pada beton. *Viscosity Modifying Admixture (VMA)* ditambahkan untuk mengganti ataupun membatasi dalam penambahan penggunaan pasir, sehingga dapat membuat beton segar menjadi lebih kohesif. (EFNARC, 2007)

Penambahan *Viscosity Modifying Admixture (VMA)* memerlukan penyesuaian komposisi campuran untuk mendapatkan hasil yang optimal. (EFNARC, 2007). Dalam menggunakan *Viscosity Modifying Admixture (VMA)* dapat mengurangi segregasi dan bleeding karena merupakan hal yang

penting untuk diperhatikan agar terciptanya beton berkualitas baik. (Andreas, dkk 2018).

2.8 Pengujian

2.8.1 Pengujian Material

1) Agregat Kasar

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

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

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

Dimana:

W1 = Berat silinder (g)

W2 = Berat silinder+kerikil (g)

V = Volume silinder (cm³)

BV = Berat volume (g/cm³)

b) Perhitungan Berat Jenis (SNI 1969:2008)

Sesuai dengan persyaratan SNI 1969-2008, yaitu berat jenis bulk agregat kasar minimum 2.5.

$$Bj \text{ Kerikil} = \frac{W1}{(W1 - W2)}$$

Dimana:

BJ = Berat jenis kerikil (g/cm³)

W1 = Berat kerikil di udara (g)

W2 = Berat kerikil di air (g)

c) Perhitungan Kelembaban (SNI 1969:2008)

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

Dimana:

Kk = Kelembaban kerikil (%)

W1 = Berat kerikil asli (g)

W2 = Berat kerikil oven (g)

d) Perhitungan air resapan (SNI 1969-2008)

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

$$KAR = \frac{W1 - W2}{W2} \times 100\%$$

Dimana:

KAR = Kadar Air Resapan (%)

W1 = Berat kerikil SSD (g)

W2 = Berat kerikil SSD (g)

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

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

$$KL = \frac{W1 - W2}{W2} \times 100\%$$

Dimana:

KL = Kadar Lumpur (%)

W1 = Berat kerikil kondisi asli (g)

W2 = Berat kerikil oven (g)

2.8.2 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:

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Dimana

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

P = Beban maksimum (N)

A = Luas Penampang (Cm²)

b. Kuat Tarik Belah

Kuat tarik belah dalam beton nilainya sangat sulit untuk didapatkan karena hasilnya berbeda dari beberapa percobaan yang dilakukan dibandingkan dengan pengujian kuat tekan dalam beton (Ferguson,1996). Persamaan adalah sebagai berikut:

$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi dL}$$

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. Porositas

Porositas adalah suatu rasio antara volume rongga udara yang terjadi pada beton dengan volume total dari keseluruhan beton berpori. Nilai porositas beton tergantung dari besar kecil 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 berpori dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$Vp = \left(\frac{Vs - Vpo}{Vs} \right) \times 100\%$$

Dimana:

Vp = Persentase Volume Pori (%)

Vs = Volume Silinder (liter)

Vpo = Volume pori (liter)

Untuk mendapatkan nilai Vpo digunakan rumus dibawah ini,

$$Vpo = \left(\frac{Wa - Ww}{p \text{ air}} \right)$$

Dimana:

Wa = Berat Beton di Udara (Kg)

Ww = Berat Silinder di Air (Kg)

$p \text{ air}$ = Berat jenis air (gr/cm^3)

d. Uji Permeabilitas

Uji permeabilitas adalah pengujian yang dilakukan pada beton berpori untuk mengetahui berapa lama air yang berada pada permukaan beton tersebut dapat melewati beton berpori dengan satuan mm/detik. Metode yang digunakan dalam pengujian beton berpori ini berdasarkan ASTM C1701 (*Standard Test Method for*

Infiltration Rate of In Place Pervious Concrete). Adapun rumus dalam pengujian uji permeabilitas dapat dilihat sebagai berikut:

$$I = \frac{K M}{D^2 t}$$

Dimana:

I = Laju permeabilitas/infiltrasi (mm/jam)

D = Diameter (mm)

t = Waktu yang dibutuhkan untuk meloloskan air (m³)

K = Konstanta dengan nilai 4.583.666.000 dalam unit SI (satuan internasional) atau 126.870 dalam unit (inch-pound)

2.9 Analisis Data Statistik

Analisis data statistik adalah mengumpulkan data sebagai bahan yang dapat diolah menjadi sebuah informasi yang berupa angka maupun bukan angka dalam bentuk tabel atau diagram yang menggambarkan suatu penelitian tertentu.

2.9.1 Analisis Regresi Polinomial

$$y = ax^2 + bx + c$$

Dimana:

y = Variabel Terikat

x = Variabel Bebas

a = Konstanta

b = Koefisien regresi/slop

c = Konstanta

2.10 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian yang dilakukan oleh Aamer Bhutta, dkk pada October tahun 2013, didapatkan hasil bahwa penambahan polimer memiliki dampak yang tidak bagus yaitu menurunnya rasio kekosongan untuk beton berpori, rasio kekosongan didapat kisaran 22% - 28% untuk beton berpori yang berasal dari beton daur ulang. Penambahan polimer meningkatkan

kemampuan kerja semen dan agregat mengalir lebih baik, hal ini mempengaruhi rasio kekosongan dan meningkatkan kekuatan beton berpori. Penggunaan agregat daur ulang bersama dengan modifikasi polimer dapat menghasilkan beton berpori yang dapat diterima karena memiliki sifat yang cukup.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Santoso, dkk pada tahun 2011, didapatkan hasil besarnya kuat tekan beton dan kuat tariknya berturut – turut menjadi naik karena ada beberapa penambahan bahan tertentu. Penambahan serat *Polypropylene* belum cukup berpengaruh terhadap kuat tekan dan tariknya beton. Komposisi optimum pada beton itu terdapat penambahan serat sebesar 1.0 kg/m. Mendapatkan informasi tentang ketebalan *core* dan plesteran dinding *Styrofoam* efektif pada dinding.

Pada penelitian yang dilakukan Arusmalem Ginting pada tahun 2015, didapatkan hasil besarnya kuat tekan pada beton berpori dengan bahan pengisi *styrofoam* mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya rasio agregat/semen. Dalam penelitian ini kuat tekan tertinggi akan terjadi pada campuran dengan jumlah semen yang lebih banyak selama jumlah semen yang dipakai belum mencapai nilai optimum. Kuat tekan akan turun jika jumlah semen yang dipakai dalam beton belum mencapai optimum, kuat tekan beton akan turun jika jumlah semen yang ada dipakai melebihi optimum dikarenakan penggunaan air yang terlalu banyak walaupun faktor air semen atau fas tetap. Metode yang dipakai dalam perawatan dalam penelitian ini adalah dengan cara direndam dalam bak yang sudah diisi air pada temperatur 25° C. Perawatan dimulai pada hari kedua sampai satu hari sebelum dilakukan pengujian.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Yudha H, dkk pada tahun 2018, didapatkan hasil metode dengan variasi agregat kasar ukuran 19 mm, 12.5 mm, dan 9.5 mm tanpa menggunakan agregat halus. Perbandingan pada variasi agregat kasar adalah 1:2:1, 2:1:1 dan 1:1:2. Didapatkan hasil pengujian permeabilitas dengan nilai terbesar yaitu pada sampel variasi 1. Nilai permeabilitas rata-rata didapat pada nilai 0.56 cm/s pencampuran variasi

gradasi agregat kasar tidak mempengaruhi nilai permeabilitas yang signifikan.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Anindia N.A pada tahun 2018, didapatkan metode dengan tanpa menggunakan pasir atau agregat halus. Jenis agregat kasar yang digunakan ukuran seragam yaitu 10 mm dan menggunakan fas 0.3. Variasi dosis *admixture* yaitu 0 L/m³, 10 L/m³, 17.5 L/m³, dan 25 L/m³. Kuat tekan yang didapat meningkat sebesar 72.03%. Laju air terdapat peningkatan sebesar 12.29%. Kuat tarik belah meningkat sebesar 40.82%. Beton berpori yang paling optimum dihasilkan oleh beton berpori dengan dosis *admixture* 17.5 L/m³.

Pada penelitian yang dilakukan Monica F.K, dkk pada tahun 2019 didapatkan metode sampel menggunakan komposisi variasi ukuran agregat kasar. Dalam penelitian ini didapatkan 4 variasi agregat. Variasi 1 (55% agregat lolos 1/2" tertahan 3/8 dan 45% agregat lolos saringan nomor 4 tertahan nomor 8), Variasi 2 (55% agregat lolos 1/2" tertahan 3/8" dan 45% agregat lolos 3/8 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"). Didapatkan nilai optimum pada variasi ke 4. Permeabilitas optimum didapat pada variasi ke 3 dengan jenis agregat yang seragam yaitu agregat lolos 1/2" tertahan 3/8".

Pada penelitian yang dilakukan oleh Andreas, dkk pada tahun 2018 didapat hasil kuat tekan beton dengan umur 28 hari untuk variasi *Viscosity Modifying Admixture* 0% dan *Superplasticizer* 0.6% didapat hasil kuat tekan sebesar 18.68 MPa, variasi *Viscosity Modifying Admixture* 0.28% dan *Superplasticizer* 0.6% didapat hasil kuat tekan sebesar 21.25 MPa, variasi *Viscosity Modifying Admixture* 0.3% dan *Superplasticizer* 0.6% didapat hasil kuat tekan sebesar 21.97 MPa, variasi *Viscosity Modifying Admixture* 0.325% dan *Superplasticizer* 0.6% didapat hasil kuat tekan sebesar 21.10 MPa, variasi *Viscosity Modifying Admixture* 0.35% dan *Superplasticizer* 0.6% didapat hasil kuat tekan sebesar 22.93 MPa, variasi *Viscosity Modifying Admixture* 0.4% dan *Superplasticizer* 0.6% didapat hasil kuat tekan sebesar

22.45 MPa. Nilai optimum yang didapat dalam penelitian ini adalah variasi *Viscosity Modifying Admixture* 0.35% dan *Superplasticizer* 0.6% didapat hasil kuat tekan sebesar tertinggi yaitu 22.93 MPa.

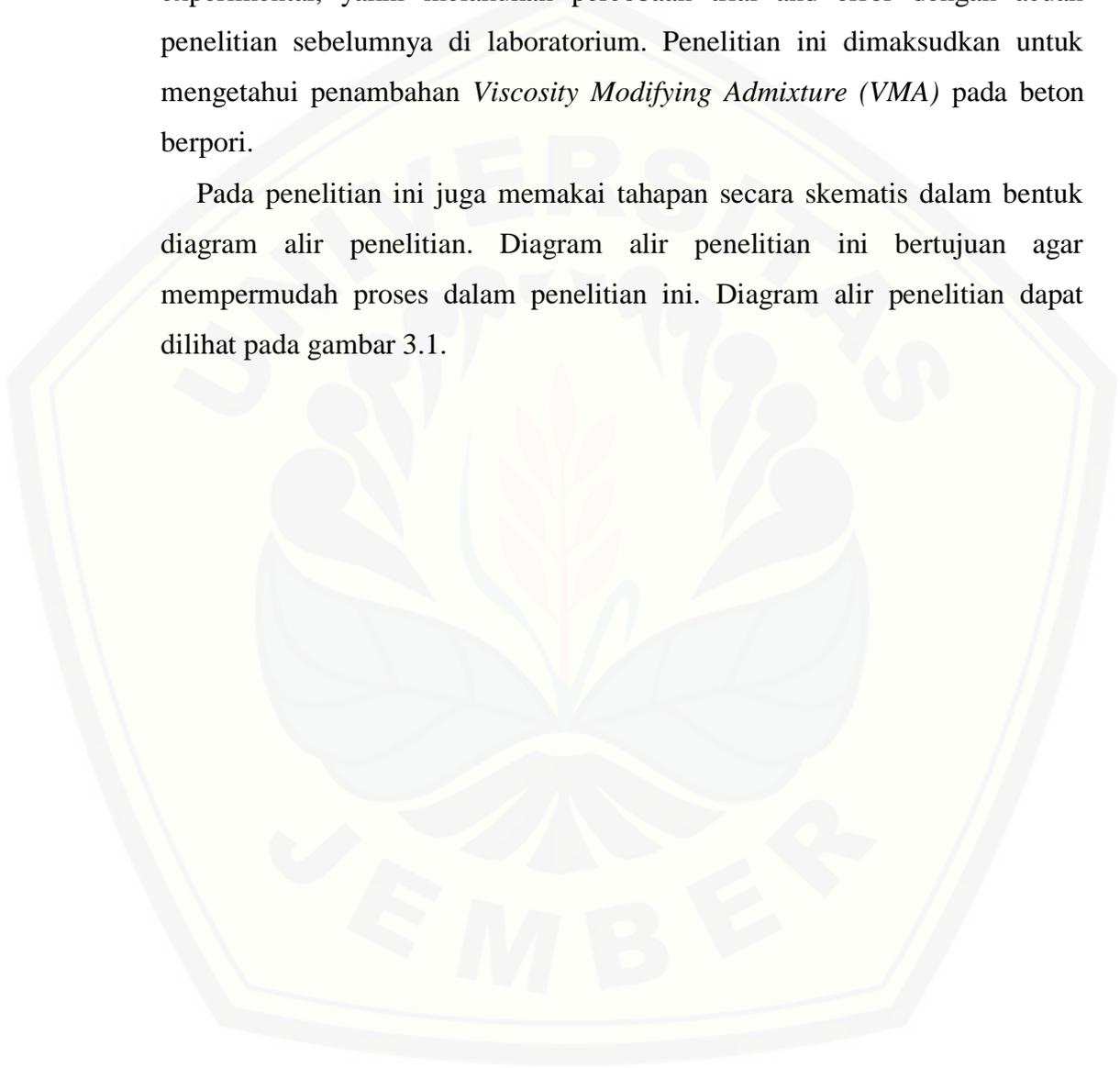


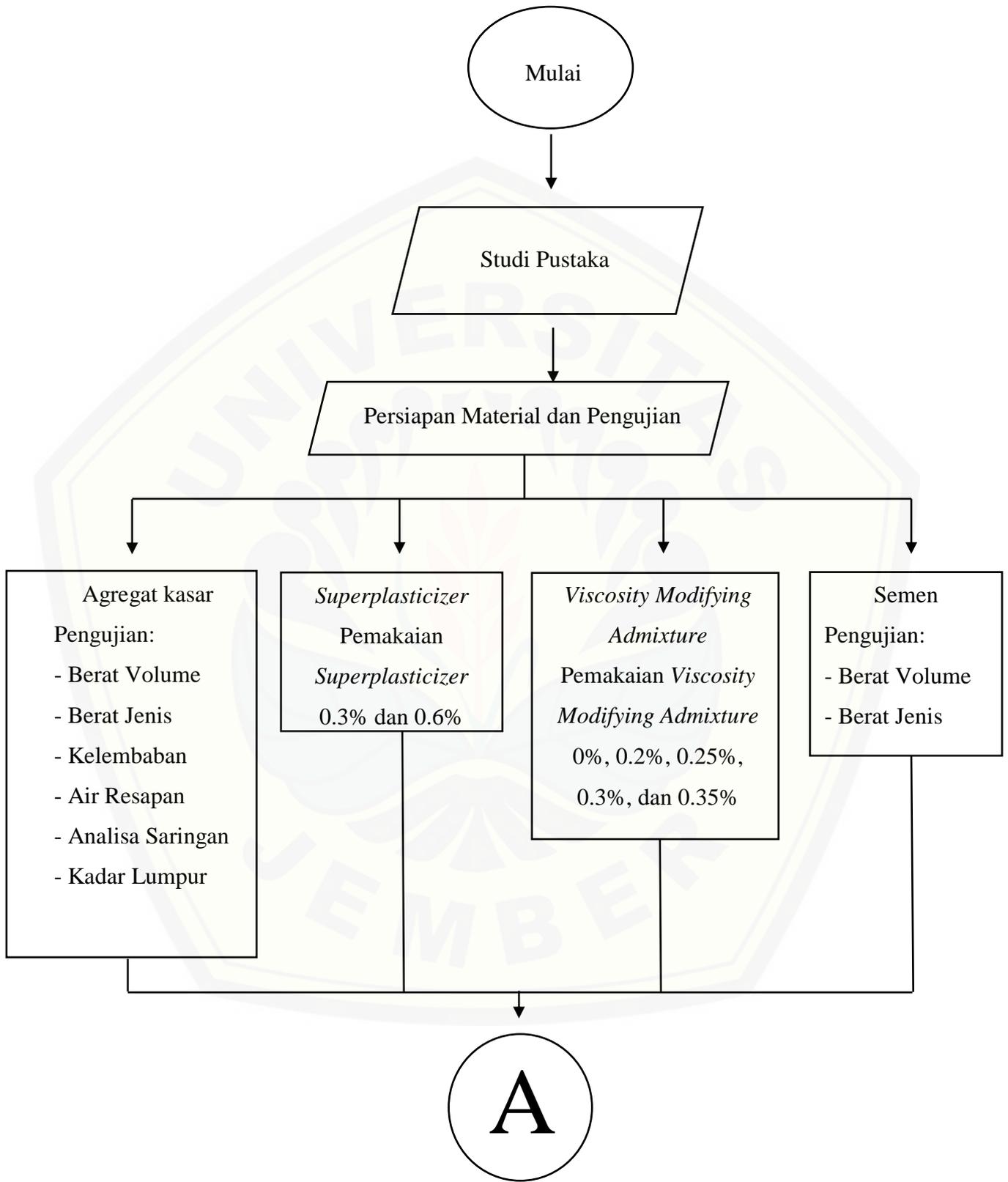
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

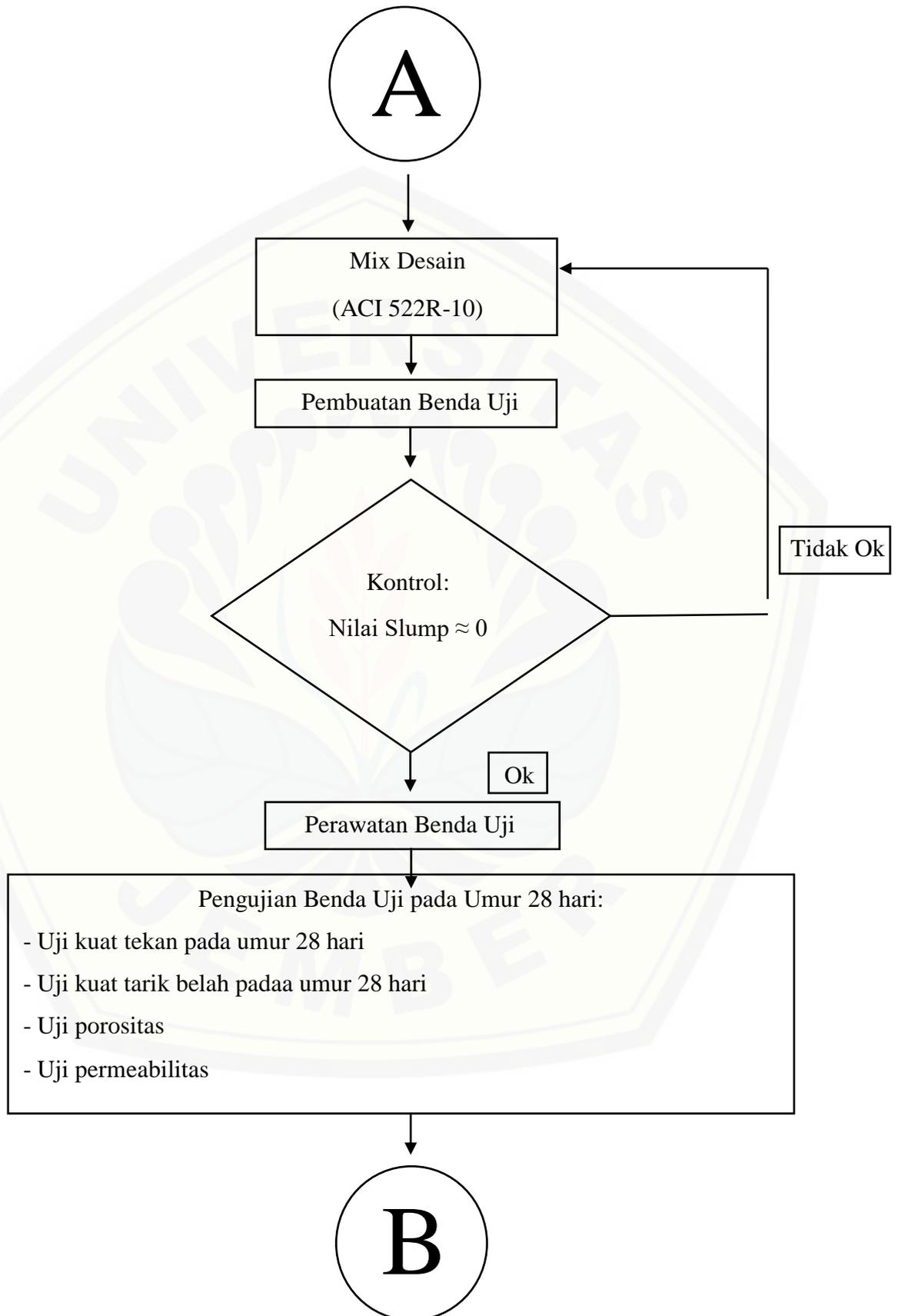
3.1 Metode Pelaksanaan

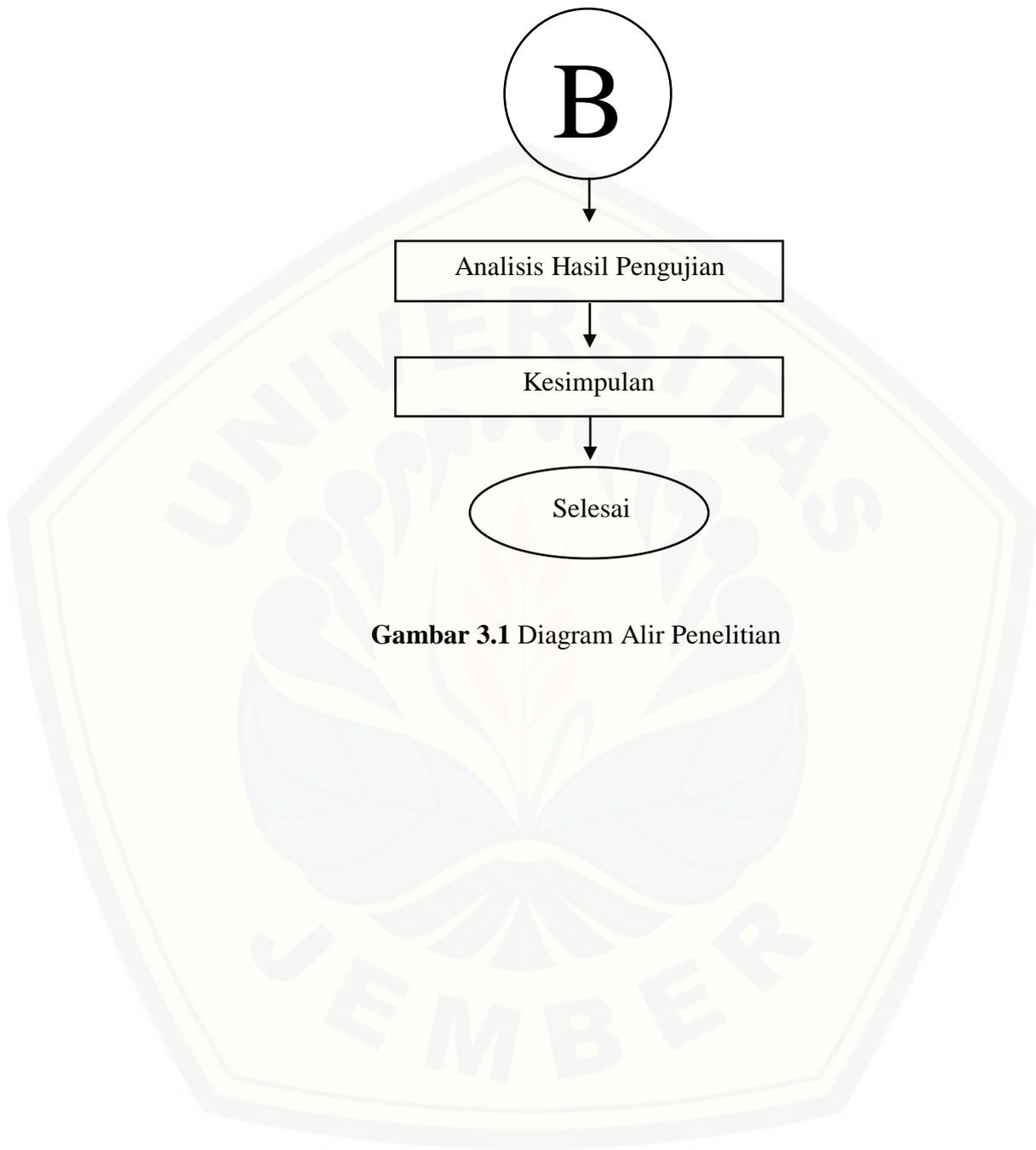
Metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi experimental, yakni melakukan percobaan trial and error dengan acuan penelitian sebelumnya di laboratorium. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui penambahan *Viscosity Modifying Admixture (VMA)* pada beton berpori.

Pada penelitian ini juga memakai tahapan secara skematis dalam bentuk diagram alir penelitian. Diagram alir penelitian ini bertujuan agar mempermudah proses dalam penelitian ini. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1.









Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Tempat dan Waktu

Lokasi penelitian untuk pembuatan dan pengujian dilakukan di Laboratorium Teknik Universitas Jember yang bertempat di kampus Patrang Jember. Tahap pengerjaan penelitian ini dimulai pada bulan Juli hingga Desember 2020.

3.3 Studi Kepustakaan

Kegiatan ini digunakan untuk memperoleh data dan informasi mengenai pengujian yang akan dilakukan dalam penelitian ini, studi pustaka ini dilakukan agar pengujian yang akan dilakukan mempunyai dasar, teori-teori yang didapat dari beberapa referensi, buku petunjuk praktikum, dan jurnal ilmiah dari penelitian terdahulu yang masih berhubungan dengan penelitian ini.

3.4 Persiapan Alat dan Bahan

Persiapan alat dan bahan dari penelitian ini yaitu mempersiapkan alat-alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini sebagai bahan campuran beton berpori yang akan dibuat. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah oven, saringan ASTM (*Sieve*), *sieve shaker*, picnometer 100 cc, timbangan, loyang, mold, keranjang sample, rojokan, mesin molen kapasitas $\frac{1}{2}$ m³, alat slump test satu set, bekisting silinder berukuran diameter 15 cm dengan tinggi 30 cm dan mesin uji kuat tekan. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah air bersih, semen, agregat kasar batu pecah berukuran seragam 10 mm, *Superplasticizer* dan *Viscosity Modifying Admixture (VMA)* dari PT. Sika Indonesia .

3.5 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan untuk penelitian ini dalam garis besar dikelompokkan ke dalam variabel bebas dan variabel terikat.

3.5.1 Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang harganya divariasasi dan diselidiki pengaruh terhadap variabel terikat dan faktor-faktor yang

mempengaruhi hasil analisis. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kuat tekan dalam penelitian ini adalah tipe semen, faktor air semen, ukuran agregat, umur benda uji. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah persentase variasi *Viscosity Modifying Admixture (VMA)*.

3.5.2 Variabel Terikat

Variabel terikat adalah faktor yang dipengaruhi oleh variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kuat tekan, kuat tarik belah dalam beton berpori dan porositasnya.

3.6 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian dari penelitian beton berpori ini adalah:

- Agregat kasar yang digunakan berukuran seragam dengan ukuran maksimum 10 mm atau lolos ayakan 1/2" dan tertahan di ayakan 3/8".
- Faktor air semen (fas) yang digunakan yaitu 0.30.
- Semen yang digunakan adalah PCC.
- Superplasticizer* dan *Viscosity Modifying Admixture (VMA)*.
- Air yang digunakan adalah air PDAM di Laboratorium Struktur Patrang Fakultas Teknik Universitas Jember.
- Benda Uji yang akan dibuat yaitu:

Tabel 3.1 Jumlah Benda Uji Beton Porous

Kode	Proporsi Campuran		Jumlah Benda Uji	
	Presentase Viscosity Modifying Admixture	Presentase Superplasticizer	Kuat Tekan	Kuat Tarik Belah
BP 1	0%	0.3 dan 0.6%	6	6
BP 2	0.20%	0.3 dan 0.6%	6	6
BP 3	0.25%	0.3 dan 0.6%	6	6
BP 4	0.30%	0.3 dan 0.6%	6	6
BP 5	0.35%	0.3 dan 0.6%	6	6
Jumlah			30	30

Dimana:

- BP 1 = Beton Berpori penambahan *Superplasticizer* dan tanpa *Viscosity Modifying Admixture (VMA)*.
- BP 2 = Beton Berpori penambahan *Superplasticizer* 0.3%, 0.6% dan *Viscosity Modifying Admixture (VMA)* 0.2%.
- BP 3 = Beton Berpori penambahan *Superplasticizer* 0.3%, 0.6% dan *Viscosity Modifying Admixture (VMA)* 0.25%.
- BP 4 = Beton Berpori penambahan *Superplasticizer* 0.3%, 0.6% dan *Viscosity Modifying Admixture (VMA)* 0.3%.
- BP 5 = Beton Berpori penambahan *Superplasticizer* 0.3%, 0.6% dan *Viscosity Modifying Admixture (VMA)* 0.35%.
- g. Benda uji berupa silinder berdiameter 15 cm dengan tinggi 30 cm.
- h. Perawatan beton yang berumur 28 hari.
- i. Variabel bebas yang digunakan yaitu persentase penggunaan *Viscosity Modifying Admixture (VMA)* 0%, 0.2%, 0.25%, 0.3%, dan 0.35%

3.7 Prosedur Penelitian

3.7.1 Pengujian Material

Pengujian Material pada penelitian beton berpori ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisik dan sifat mekanik dari bahan penyusun beton. Pengujian material dilakukan meliputi:

a. Agregat Kasar

1) Berat Volume Kerikil

Dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat karakteristik dari agregat kasar yang nantinya akan dibutuhkan dalam pembuatan beton berpori. Pengujian yang digunakan dalam campuran beton berpori membutuhkan alat dan bahan seperti jangka sorong, timbangan, wadah baja silinder, kerikil kering, alat perojok dan besi dengan diameter 16mm, panjang 60cm.

a) Prosedur Pengujian

Metode dengan menggunakan metode tanpa rojokan yaitu mengukur tinggi dan diameter wadah baja silinder lalu menimbang wadah baja silinder dalam keadaan kering, setelah itu meratakan permukaan dan menimbang kerikil dan silinder.

(1) Metode dengan menggunakan metode dengan rojokan yaitu mengukur tinggi dan diameter wadah baja silinder lalu menimbang silinder dalam keadaan kering. Mengisi silinder setiap 1/3 bagian dengan kerikil kemudian dirojok 25 kali sampai silinder penuh lalu meratakan permukaan dan menimbang kerikil dan silinder.

2) Berat Jenis

a) Pengujian ini membutuhkan alat dan bahan seperti timbangan, *mounting table*, container, keranjang sample, kerikil dalam kondisi *Saturated Surface Dry* (SSD) dan air.

b) Prosedur Pengujian dengan cara merendam kerikil selama 24 jam lalu mengangkat kerikil yang telah direndam selama 24 jam kemudian dilap hingga kondisi SSD, setelah dalam kondisi SSD menimbang kerikil dalam kondisi SSD, udara dan air.

3) Air Resapan

a) Pengujian ini membutuhkan alat dan bahan seperti timbangan, oven dan kerikil dalam kondisi SSD.

b) Prosedur Pengujian dengan cara merendam kerikil selama 24 jam lalu mengangkat kerikil yang telah direndam selama 24 jam kemudian dilap hingga kondisi SSD dan menimbang kerikil dalam kondisi SSD. Langkah selanjutnya memasukkan kerikil ke dalam oven selama 24 jam dan mengeluarkan kerikil dari oven dan setelah dingin kemudian ditimbang beratnya.

4) Kelembaban Kerikil

- a) Pengujian ini membutuhkan alat dan bahan seperti timbangan, oven, Loyang dan kerikil/batu pecah dalam kondisi asli.
- b) Prosedur Pengujian dalam tahap ini yaitu menimbang kerikil dalam kondisi asli lalu kerikil dimasukkan ke dalam oven selama 24 jam dengan suhu $110 \pm 5^{\circ} \text{C}$. Setelah 24 jam, mengeluarkan kerikil dari oven, kemudian setelah dingin ditimbang beratnya.

5) Kadar Lumpur

- a) Pengujian ini membutuhkan alat dan bahan seperti timbangan, oven, pan/loyang, kerikil dan air
- b) Prosedur Pengujian dalam tahap ini yaitu menimbang kerikil kondisi asli, mencuci kerikil dengan air bersih lalu meletakkan kerikil dalam oven dengan suhu $110 \pm 5^{\circ} \text{C}$ dan mengeluarkan kerikil setelah 24 jam, lalu di tunggu hingga dingin kemudian kerikil ditimbang.

b. Semen

1) Berat Volume Semen

- a) Pengujian ini membutuhkan alat dan bahan seperti timbangan, mold silinder, rojokan besi dengan diameter 16 mm dan panjang 60 cm, alat perata, jangka sorong dan Semen *Portland Pozzolan* atau PPC.

b) Prosedur Pengujian

- (1) Metode menggunakan tanpa rojokan yaitu mengukur tinggi dan diameter mold dengan menggunakan jangka sorong lalu menimbang mold dalam keadaan kering. Setelah mold dalam kondisi kering mengisi mold dengan semen kemudian diratakan permukaanya dan menimbang mold yang berisi semen.
- (2) Metode menggunakan dengan rojokan yaitu mengukur tinggi dan diameter mold dengan menggunakan jangka

sorong. Mold ditimbang dalam keadaan kering lalu mengisi mold dengan semen setiap 1/3 bagian kemudian dirojok sebanyak 25 kali hingga penuh dan meratakan bagian permukaan lalu 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*. Penggunaan *Viscosity Modifying Admixture (VMA)* akan dibuat menjadi berbagai benda uji sebagai berikut:

1. Untuk pengujian Kuat Tekan yang akan diuji dengan penambahan *Viscosity Modifying Admixture* dalam penelitian ini adalah 0% berjumlah sebanyak 6 buah, 0.2% berjumlah sebanyak 6 buah, 0.25% berjumlah sebanyak 6 buah, 0.3% berjumlah sebanyak 6 buah dan 0.35% berjumlah sebanyak 6 buah.
2. Untuk pengujian Kuat Tarik Belah yang akan diuji dengan penambahan *Viscosity Modifying Admixture* dalam penelitian ini adalah 0% berjumlah sebanyak 6 buah, 0.2% berjumlah sebanyak 6 buah, 0.25% berjumlah sebanyak 6 buah, 0.3% berjumlah sebanyak 6 buah dan 0.35% berjumlah sebanyak 3 buah.

3.7.3 Pembuatan Benda Uji

Viscosity Modifying Admixture (VMA) diberikan pada saat pembuatan benda uji selama proses pencampuran material berlangsung. Setelah dicampur yaitu adonan benda uji dengan variasi persentase *Viscosity Modifying Admixture (VMA)* (0%, 0.2%, 0.25%, 0.3%, dan 0.35%) kemudian adonan benda uji ditempatkan pada bekisting berbentuk silinder berukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

3.7.4 Perawatan Benda Uji

Tahapan selanjutnya setelah dilakukan pembuatan benda uji adalah proses curing atau perawatan beton. Perawatan ini berfungsi untuk mencegah penguapan air yang berlebihan pada benda uji, karena

kandungan air dalam benda uji mempengaruhi kuat tekan yang dimilikinya. Perawatan ini dilakukan dengan metode ditutup dengan menggunakan karung goni dengan keadaan basah hingga waktu pengujian. Proses curing dilakukan selama 28 hari.

3.7.5 Pengujian Benda Uji

a. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian dalam penelitian ini adalah kuat tekan yang dihasilkan dari beton berpori dengan proporsi yang telah ditentukan. Pengujian kuat tekan beton berpori dilakukan saat beton berumur 28 hari. Tahapan yang dilakukan selama proses pengujian kuat tekan beton berpori adalah sebagai berikut:

- 1) Menyiapkan benda uji yang akan diuji kuat tekannya.
- 2) Mencatat bobot benda uji
- 3) Mencatat berat masing-masing benda uji.
- 4) Melapisi atau yang biasa disebut capping permukaan atas benda uji menggunakan belerang dengan cara melelehkan belerang di dalam wadah yang disebut melting pot lalu melapisi cetakan pelapis dengan menggunakan oli kemudian menuangkan cairan belerang ke cetakan pelapis lalu meletakkan benda uji secara tegak lurus pada cetakan pelapis sampai cairan belerang menjadi keras.
- 5) Meletakkan benda uji ditengah alat tes kuat tekan secara tegak lurus.
- 6) Melakukan pengujian hingga beton berpori mengalami retak-retak dan hentikan alat pengujian kuat tekan.
- 7) Mencatat beban maksimum yang terjadi selama pengujian benda uji.
- 8) Mencatat hasil pengujian yang tertera pada pembacaan dial.
- 9) Membersihkan kotoran akibat sisa retakan beton.

b. Pengujian Porositas

Pengujian selanjutnya yang dilakukan dalam beton berpori adalah pengujian porositas.

- 1) Menyiapkan benda uji yang akan diuji porositasnya.
- 2) Menimbang benda uji yang masih kering untuk data berat kering udara.
- 3) Menyiapkan alat uji beton dalam air.
- 4) Menimbang benda uji dalam air.
- 5) Mencatat berat benda uji yang dihasilkan.

c. Pengujian Kuat Tarik Belah

Pengujian selanjutnya yang dilakukan pada beton berpori adalah pengujian kuat tarik belah. Pengujian kuat tarik belah dilakukan dengan menggunakan alat uji kuat tarik belah beton pada umur beton 28 hari. Setiap pengujian yang akan dilakukan terdiri dari 3 benda uji dari setiap komposisi *Viscosity Modifying Admixture* dengan total benda uji sebanyak 12 buah.

d. Pengujian Uji Permeabilitas

Pengujian selanjutnya yang dilakukan dalam beton berpori adalah pengujian uji permeabilitas.

- 1) Menyiapkan benda uji beton berpori dan peralatan seperti bak, *stopwatch*, gelas ukur dan plastik.
- 2) Benda uji dibungkus dengan plastik tetapi alas dan permukaan dibiarkan terbuka.
- 3) Permukaan benda uji dialiri air sebanyak 1 liter sampai melalui ke permukaan benda uji.
- 4) Memulai *stopwatch* ketika air sudah mencapai permukaan.
- 5) Setelah air mengalir ke permukaan maka *stopwatch* dihentikan dan mencatat hasilnya.

3.8 Analisa dan Pembahasan

Setelah beton berpori dilakukan pengujian dalam kuat tekan, kuat tarik belah dan porositas maka data yang telah didapat dikumpulkan kemudian dianalisis dengan menggunakan analisis regresi dan dibahas sehingga mendapatkan kesimpulan yang tepat.



Tabel 3.2 Matriks Penelitian

Latar Belakang	Rumusan Masalah dan Tujuan	Metode		Output Penelitian
		Data	Jenis Data	
<p>Pada penelitian sebelumnya oleh Yulia digunakan bahan tambah <i>Superplasticizer</i> dengan pengujian kuat tekan, kuat tarik belah dan porositas. Berdasarkan penelitian sebelumnya, maka didapatkan inovasi pada beton berpori ini adalah penggunaan <i>admixture</i> yaitu <i>Superplasticizer</i> dan <i>Viscosity Modifying Admixture</i> yang memiliki fungsi agar kekuatan beton yang dihasilkan lebih tinggi dengan mengurangi penggunaan air. Penggunaan <i>Superplasticizer</i> dan <i>Viscosity Modifying Admixture</i> dengan sesuai takaran yang telah</p>	<p>a. mengetahui pengaruh penambahan <i>Viscosity Modifying Admixture</i> terhadap beton berpori.</p>	<p>Variasi Campuran</p> <p>Kuat Tekan</p> <p>Kuat Tarik Belah</p> <p>Porositas</p>	<p>Sekunder</p> <p>Primer</p> <p>Primer</p> <p>Primer</p>	<p>Mendapatkan nilai komposisi campuran untuk mengetahui pengaruh <i>Viscosity Modifying Admixture</i> dari beton berpori dan mengetahui nilai pengujian terhadap sifat mekanik dan porositas pada beton berpori dengan pengolahan data dan analisis berdasarkan hasil pengujian, kemudian ditampilkan dengan bentuk diagram dilakukan perbandingan dengan menggunakan analisis regresi polinomial</p>

<p>ditetapkan oleh PT. SIKA hal ini karena dimaksudkan untuk menjaga porositas dalam beton berpori.</p>	<p>b. Mengetahui porositas pada beton berpori dengan bahan tambah <i>Viscosity Modifying Admixture</i></p>	Porositas	Primer	<p>orde 2 dengan persamaan $y=ax^2+bx+c$</p> <p>Mendapatkan hasil porositas pada beton berpori dengan dilakukanya penelitian.</p>
---	--	-----------	--------	--

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 pada beton berpori memiliki nilai yang linier terhadap penambahan variasi *Superplasticizer* dan *Viscosity Modifying Admixture* yang bervariasi.
2. Pada penelitian ini didapatkan nilai optimum pada penggunaan *Superplasticizer* 0.3% dengan variasi *Viscosity Modifying Admixture* 0.3% dengan hasil kuat tekan 19.26 MPa, kuat tarik belah 1.44 MPa dan *Superplasticizer* 0.6% dengan variasi *Viscosity Modifying Admixture* 0.25% dengan hasil kuat tekan 19.06 MPa, kuat tarik belah 1.32 MPa. Semakin tinggi kadar *Superplasticizer* dan *Viscosity Modifying Admixture* maka semakin tinggi juga kuat tekan beton, namun beton berpori memiliki nilai optimum dengan kadar penambahan variasi *Superplasticizer* 0.3% dengan variasi *Viscosity Modifying Admixture* 0.3% dan *Superplasticizer* 0.6% dengan variasi *Viscosity Modifying Admixture* 0.25% jika lebih dari nilai itu maka beton berpori terlalu encer yang menyebabkan tidak mampu untuk air mengalir rongga pada beton berpori dan tidak menghasilkan slump menjadi 0.
3. Kuat tekan rata – rata umur 28 hari yang dihasilkan dengan penambahan *Viscosity Modifying Admixture* menunjukkan kenaikan dalam kuat tekannya. Nilai kuat tekan terendah dihasilkan oleh beton berpori dengan penambahan *Superplasticizer* 0.3% dengan nilai kuat tekan rata – rata 13.39 MPa, sedangkan nilai kuat tekan tertinggi dihasilkan oleh beton berpori dengan penambahan *Superplasticizer* 0.3% dan *Viscosity Modifying Admixture* 0.3% dengan nilai kuat tekan rata – rata 19.24 MPa. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa *Viscosity Modifying Admixture* mampu menaikkan kuat tekan beton berpori.

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya disarankan sebagai berikut:

1. Melakukan penelitian dengan menggunakan curing lain yaitu dengan cara merendam beton, untuk mengetahui sifat mekanik beton berpori tersebut.
2. Menggunakan jenis material agregat kasar dengan ukuran yang berbeda agar memperoleh nilai porositas yang diinginkan.
3. Pada penambahan *Viscosity Modifying Admixture* bisa lebih terfokus dengan kadar 2% - 3.5% lebih diperkecil untuk rentang penambahan kadarnya.
4. Pada penelitian selanjutnya dapat dicoba menggunakan *Superplasticizer* jenis lain karena pada penelitian ini menggunakan jenis “Sika Viscocrete 1003”.
5. Pada penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan Alat Pelindung Diri yang sesuai.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI Committee. 201. ACI 522R-20, Report on Pervious Concrete, USA: American Concrete Institute.
- ASTM C-127, Standart test method for materials, Spesific gravity and absorbtion of coarse aggregate, Annual Books of ASTM Standarts, USA, 2002.
- Badan Standardisasi Nasional, 1990. SNI 03-1969-1990. *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar*.
- Badan Standardisasi Nasional, 1990. SNI 03-1750-1990. *Agregat beton, mutu dan Cara Uji*.
- Badan Standardisasi Nasional, 1990. SNI 03-1974-1990: *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*.
- 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 dn Penyerapan Air Agregat Kasar*.
- Chindaprasirt, P., Hatanaka, S., Chareerat, T., Mishima, N., & Yuasa, Y. (2008). Cement paste characteristics and porous concrete properties. *Construction and Building Materials*, 22(5), 894–901. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2006.12.007>
- Christian, E., & Hardjito, D. (n.d.). *Pengaruh Penambahan Viscosity Modifying Admixture Terhadap Kuat Tekan Mortar Dan Beton Rendah Semen*. 24–31.
- EFNARC. (2007) . *Viscosity Modifying Admixture for Concrete*. *Indian Concrete Journal*. 81(1).
- Federation, E., & Associations, C. A. (2007). Viscosity modifying admixtures for concrete. *Indian Concrete Journal*, 81(1), 27–34.
- Lian, C., & Zhuge, Y. (2010). Optimum mix design of enhanced permeable concrete - An experimental investigation. *Construction and Building Materials*, 24(12), 2664–2671. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.04.057>
- Lian, C., Zhuge, Y., & Beecham, S. (2011). The relationship between porosity and strength for porous concrete. *Construction and Building Materials*, 25(11), 4294–4298. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.05.005>

- Prabowo, D. A. (2013). Desain beton porous untuk perkerasan jalan yang ramah lingkungan. *Jurnal Teknik Sipil*, (1), 96–102.
- SNI 03-2491. (2002). Metode pengujian kuat tarik belah beton. *Badan Standar Nasional Indonesia*, 14.
- SNI 15-0302-2004. (2004). Semen portland pozolan. *Badan Standardisasi Nasional*, 9.
- Pandei, R. W., Supit, S. W. M., Rangan, J., & Karwur, A. (2019). Studi Eksperimen Pengaruh Pemanfaatan Superplasticizer Terhadap Kuat Tekan Dan Permeabilitas Beton Berpori (Pervious Concrete). *Jurnal Poli-Teknologi*, 18(1), 45–52. <https://doi.org/10.32722/pt.v18i1.1288>
- Syafiarti, A. I. D. (2015). *Pengaruh Serat Polipropilen Dalam Beton Berpori*.
- Valeo, C., & Gupta, R. (2018). Determining surface infiltration rate of permeable pavements with digital imaging. *Water (Switzerland)*, 10(2). <https://doi.org/10.3390/w10020133>
- Yang, Z., Ma, W., Shen, W., & Zhou, M. (2008). The aggregate gradation for the porous concrete pervious road base material. *Journal Wuhan University of Technology, Materials Science Edition*, 23(3), 391–394. <https://doi.org/10.1007/s11595-007-3391-4>
- Wahyuningtyas, Yulia. 2020. Pengaruh variasi persentase superplasticizer terhadap sifat mekanik dan porositas beton berpori. Skripsi. Jember : Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas Jember.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Kegiatan

No	Kegiatan	Gambar	Tempat
1	Persiapan Bahan		Laboratorium Struktur, Teknik Sipil, Universitas Jember
2	Pengujian Berat Volume Semen		Laboratorium Struktur, Teknik Sipil, Universitas Jember
3	Pengujian Berat Jenis Semen		Laboratorium Struktur, Teknik Sipil, Universitas Jember
4	Pengujian Berat Jenis Kerikil		Laboratorium Struktur, Teknik Sipil, Universitas Jember
5	Pengujian Berat Volume Kerikil		Laboratorium Struktur, Teknik Sipil, Universitas Jember

6	Pengujian Air Resapan Kerikil		Laboratorium Struktur, Teknik Sipil, Universitas Jember
7	Pengujian Kelembaban Kerikil		Laboratorium Struktur, Teknik Sipil, Universitas Jember
8	Analisa Saringan		Laboratorium Struktur, Teknik Sipil, Universitas Jember
9	Kadar Lumpur		Laboratorium Struktur, Teknik Sipil, Universitas Jember
10	Proses Pembuatan Benda Uji		Laboratorium Struktur, Teknik Sipil, Universitas Jember

11	Pengujian Slump		Laboratorium Struktur, Teknik Sipil, Universitas Jember
12	Proses Memasukkan Beton Segar kedalam Bekisting 15 x 30 cm		Laboratorium Struktur, Teknik Sipil, Universitas Jember
13	Proses Curing		Laboratorium Struktur, Teknik Sipil, Universitas Jember
14	Penimbangan Benda Uji		Laboratorium Struktur, Teknik Sipil, Universitas Jember
15	Pengujian Kuat Tekan		Laboratorium Struktur, Teknik Sipil, Universitas Jember

16	Pengujian Kuat Tarik Belah		Laboratorium Struktur, Teknik Sipil, Universitas Jember
17	Pengujian Porositas		Laboratorium Struktur, Teknik Sipil, Universitas Jember
18	Pengujian Uji Permeabilitas		Laboratorium Struktur, Teknik Sipil, Universitas Jember

Lampiran 2. Mix Design

No	Keterangan	Nilai	Satuan
1	Kuat Tekan Rencana	20	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)	1358.67	kg/m ³
7	Berat Agregat Kasar Dalam Unit Volume beton (b ₀)	1410.93	kg/m ³
8	b/b ₀	0.96	
9	Berat Agregat Kasar Dalam Volume Beton	1410.93	kg/m ³
10	Persen Penyerapan Agregat Kasar	1.9	%
11	Berat Agregat Kasar Dalam Volume Beton (SSD)	1351.34	kg/m ³
12	Paste Content	24.00	%
13	Volume Pasta Dalam Adukan Beton (V _p)	0.24	m ³
14	W/C	0.3	
15	Berat Semen Digunakan (c)	390.24	kg/m ³
16	Air (w)	117.07	kg/m ³
18	Cek Persen Void	24.00	%
19	Berat Semen	390.24	kg/m ³
20	Berat Air	117.07	kg/m ³
21	Berat Agregat Kasar	1351.34	kg/m ³
23	Total Berat	1858.66	kg/m ³



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS JEMBER

FAKULTAS TEKNIK – JURUSAN TEKNIK SIPIL
LABORATORIUM STRUKTUR

Jl. Kalimantan No. 37 Kampus Tegal Besar Kotak Pos 159 Jember

Proyek : Skripsi “Pengaruh Penambahan *Viscosity Modifying Admixture* Terhadap Sifat Mekanik dan Porositas Pada Beton *Porous*”
Lokasi :
Kontraktor :
Konsultan Pengawas :
Pengujian : Kuat tekan umur 28 Hari

Tanggal	Kode	Berat (gr)	Dial (Kn)	Luas Penampang (mm)	Kuat Tekan (Mpa)	Rata-Rata
21 Oktober 2020	BP 1 SP 0.3% VMA 0%	9.45	240	17662.5	13.58	13.39
		9.85	250	17662.5	14.15	
		9.1	220	17662.5	12.45	
24 Oktober 2020	BP 2 SP 0.3% VMA 0.2%	9.2	285	17662.5	16.13	15.94
		9.7	290	17662.5	16.41	
		9.25	270	17662.5	15.28	
28 Oktober 2020	BP 3 SP 0.3% VMA 0.25%	9.65	290	17662.5	16.41	16.89
		9.3	300	17662.5	16.98	
		9.95	305	17662.5	17.26	
04 November 2020	BP 4 SP 0.3 VMA 0.3%	9.7	360	17662.5	20.38	19.24
		9.15	320	17662.5	18.11	
		9.4	340	17662.5	19.24	
11 November 2020	BP 5 SP 0.3 VMA 0.35%	9.95	340	17662.5	19.24	18.68
		9.75	330	17662.5	18.68	
		9.55	320	17662.5	18.11	

Koreksi Umur :-

Tinggi Benda Uji : 300mm

Diameter Benda Uji : 150mm

Jember,
Pemeriksa

Moch. Akir

NIP. 196509282000031001



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS TEKNIK – JURUSAN TEKNIK SIPIL
LABORATORIUM STRUKTUR**

Jl. Kalimantan No. 37 Kampus Tegal Besar Kotak Pos 159 Jember

Proyek : Skripsi “Pengaruh Penambahan *Viscosity Modifying Admixture* Terhadap Sifat Mekanik dan Porositas Pada Beton *Porous*”
Lokasi :
Kontraktor :
Konsultan Pengawas :
Pengujian : Kuat tekan umur 28 Hari

Tanggal	Kode	Berat (gr)	Dial (Kn)	Luas Penampang (mm)	Kuat Tekan (Mpa)	Rata-Rata
21 Oktober 2020	BP 1 SP 0.6% VMA 0%	9.6	275	17662.5	15.56	15.75
		8.65	270	17662.5	15.28	
		10.15	290	17662.5	16.41	
24 Oktober 2020	BP 2 SP 0.6% VMA 0.2%	9.05	280	17662.5	15.85	16.13
		9.2	280	17662.5	15.85	
		10.1	295	17662.5	16.70	
28 Oktober 2020	BP 3 SP 0.6% VMA 0.25%	10	340	17662.5	19.24	19.06
		9.8	325	17662.5	18.40	
		10.1	345	17662.5	19.53	
04 November 2020	BP 4 SP 0.6 VMA 0.3%	9.2	300	17662.5	16.98	18.30
		9.6	330	17662.5	18.68	
		9.7	340	17662.5	19.24	
11 November 2020	BP 5 SP 0.6 VMA 0.35%	9.85	310	17662.5	17.55	17.74
		10	330	17662.5	18.68	
		9.45	300	17662.5	16.98	

Koreksi Umur : -

Tinggi Benda Uji : 300mm
Diameter Benda Uji : 150mm

Jember,
Pemeriksa

Moch. Akir
NIP. 196509282000031001



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS TEKNIK – JURUSAN TEKNIK SIPIL
LABORATORIUM STRUKTUR**

Jl. Kalimantan No. 37 Kampus Tegal Besar Kotak Pos 159 Jember

Proyek : Skripsi “Pengaruh Penambahan *Viscosity Modifying Admixture* Terhadap Sifat Mekanik dan Porositas Pada Beton *Porous*”
Lokasi :
Kontraktor :
Konsultan Pengawas :
Pengujian : Kuat tarik belah umur 28 Hari

Tanggal	Kode	Berat (gr)	Dial (Kn)	Luas Penampang (mm)	Kuat Tarik (Mpa)	Rata-Rata
21 Oktober 2020	BP 1 SP 0.3% VMA 0%	9.6	60	17662.5	0.84	0.80
		9.4	55	17662.5	0.77	
		9.5	55	17662.5	0.77	
24 Oktober 2020	BP 2 SP 0.3% VMA 0.2%	9.15	60	17662.5	0.84	0.94
		9.1	75	17662.5	1.06	
		9.2	65	17662.5	0.92	
28 Oktober 2020	BP 3 SP 0.3% VMA 0.25%	9.7	75	17662.5	1.06	1.03
		9.45	70	17662.5	0.99	
		9.5	75	17662.5	1.06	
04 November 2020	BP 4 SP 0.3 VMA 0.3%	9.5	110	17662.5	1.55	1.43
		9.3	105	17662.5	1.48	
		9.1	90	17662.5	1.27	
11 November 2020	BP 5 SP 0.3 VMA 0.35%	9.45	80	17662.5	1.13	1.10
		9.65	90	17662.5	1.27	
		9.3	65	17662.5	0.92	

Koreksi Umur : -

Tinggi Benda Uji : 300mm
Diameter Benda Uji : 150mm

Jember,
Pemeriksa

Moch. Akir

NIP. 196509282000031001



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS TEKNIK – JURUSAN TEKNIK SIPIL
LABORATORIUM STRUKTUR**

Jl. Kalimantan No. 37 Kampus Tegal Besar Kotak Pos 159 Jember

Proyek : Skripsi “Pengaruh Penambahan *Viscosity Modifying Admixture* Terhadap Sifat Mekanik dan Porositas Pada Beton *Porous*”
Lokasi :
Kontraktor :
Konsultan Pengawas :
Pengujian : Kuat tarik belah umur 28 Hari

Tanggal	Kode	Berat (gr)	Dial (Kn)	Luas Penampang (mm)	Kuat Tarik (Mpa)	Rata-Rata
21 Oktober 2020	BP 1 SP 0.6% VMA 0%	9.8	60	17662.5	0.84	0.87
		9.75	65	17662.5	0.92	
		9.45	60	17662.5	0.84	
24 Oktober 2020	BP 2 SP 0.6% VMA 0.2%	9	75	17662.5	1.06	0.99
		9	70	17662.5	0.99	
		9.1	65	17662.5	0.92	
28 Oktober 2020	BP 3 SP 0.6% VMA 0.25%	9.75	105	17662.5	1.48	1.32
		9.6	95	17662.5	1.34	
		9	80	17662.5	1.13	
04 November 2020	BP 4 SP 0.6 VMA 0.3%	9.2	80	17662.5	1.13	1.17
		9.15	80	17662.5	1.13	
		9.4	90	17662.5	1.27	
11 November 2020	BP 5 SP 0.6 VMA 0.35%	9.85	80	17662.5	1.13	1.01
		9.8	75	17662.5	1.06	
		9.55	60	17662.5	0.84	

Koreksi Umur : -

Tinggi Benda Uji : 300mm
Diameter Benda Uji : 150mm

Jember,
Pemeriksa

Moch. Akir
NIP. 196509282000031001



**KEMENTRIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS TEKNIK – JURUSAN TEKNIK SIPIL
LABORATORIUM STRUKTUR**

Jl. Kalimantan No. 37 Kampus Tegal Besar Kotak Pos 159 Jember

Proyek : Skripsi “Pengaruh Penambahan *Viscosity Modifying Admixture* Terhadap Sifat Mekanik dan Porositas Pada Beton *Porous*”
Lokasi :
Kontraktor :
Konsultan Pengawas :
Pengujian : Porositas Umur 28 Hari

Tanggal	Kode	Berat Kering (Kg)	Berat Air (Kg)	Volume Silinder (ltr)	Berat Jenis Air (Kg/m ³)	Vpo	Volume Pori
21 Oktober 2020	BP 1 SP 0.3% VMA 0%	2.900	1.825	1.57	1	1.07	31.52
24 Oktober 2020	BP 2 SP 0.3% VMA 0.2%	3.000	1.900	1.57	1	1.10	29.93
28 Oktober 2020	BP 3 SP 0.3% VMA 0.25%	3.050	1.925	1.57	1	1.12	28.34
04 November 2020	BP 4 SP 0.3 VMA 0.3%	2.850	1.695	1.57	1	1.15	26.43
11 November 2020	BP 5 SP 0.3 VMA 0.35%	3.100	1.990	1.57	1	1.11	29.29

Koreksi Umur : -

Tinggi Benda Uji : 300mm
Diameter Benda Uji : 150mm

Jember,
Pemeriksa

Moch. Akir
NIP. 196509282000031001



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS TEKNIK – JURUSAN TEKNIK SIPIL
LABORATORIUM STRUKTUR**

Jl. Kalimantan No. 37 Kampus Tegal Besar Kotak Pos 159 Jember

Proyek : Skripsi “Pengaruh Penambahan *Viscosity Modifying Admixture* Terhadap Sifat Mekanik dan Porositas Pada Beton *Porous*”
Lokasi :
Kontraktor :
Konsultan Pengawas :
Pengujian : Porositas Umur 28 Hari

Tanggal	Kode	Berat Kering (Kg)	Berat Air (Kg)	Volume Silinder (ltr)	Berat Jenis Air (Kg/m ³)	Vpo	Volume Pori
21 Oktober 2020	BP 1 SP 0.6% VMA 0%	3.15	1.995	1.57	1	1.15	26.43
24 Oktober 2020	BP 2 SP 0.6% VMA 0.2%	3	1.825	1.57	1	1.17	25.15
28 Oktober 2020	BP 3 SP 0.6% VMA 0.25%	3.1	1.9	1.57	1	1.20	23.56
04 November 2020	BP 4 SP 0.6 VMA 0.3%	2.95	1.765	1.57	1	1.18	24.52
11 November 2020	BP 5 SP 0.6 VMA 0.35%	3.1	1.925	1.57	1	1.17	25.15

Koreksi Umur : -

Tinggi Benda Uji : 300mm
Diameter Benda Uji : 150mm

Jember,
Pemeriksa

Moch. Akir
NIP. 196509282000031001



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS TEKNIK – JURUSAN TEKNIK SIPIL
LABORATORIUM STRUKTUR**

Jl. Kalimantan No. 37 Kampus Tegal Besar Kotak Pos 159 Jember

Proyek : Skripsi “Pengaruh Penambahan *Viscosity Modifying Admixture* Terhadap Sifat Mekanik dan Porositas Pada Beton *Porous*”
Lokasi :
Kontraktor :
Konsultan Pengawas :
Pengujian : Uji Permeabilitas Umur 28 Hari

Tanggal	Kode	Volume Air (Kg/L)	Waktu (detik)	Diameter (mm)	Konstanta (mm/detik)	Laju Alir (mm/jam)
21 Oktober 2020	BP 1 SP 0.3% VMA 0%	1	4.99	100	4583.66	228.72
24 Oktober 2020	BP 2 SP 0.3% VMA 0.2%	1	5.06	100	4583.66	231.93
28 Oktober 2020	BP 3 SP 0.3% VMA 0.25%	1	6.35	100	4583.66	291.06
04 November 2020	BP 4 SP 0.3 VMA 0.3%	1	7.01	100	4583.66	321.31
11 November 2020	BP 5 SP 0.3 VMA 0.35%	1	7.35	100	4583.66	336.90

Koreksi Umur : -

Tinggi Benda Uji : 300mm

Diameter Benda Uji : 150mm

Jember,
Pemeriksa

Moch. Akir

NIP. 196509282000031001