

TUGAS AKHIR

**ANALISA PENGARUH PENAMBAHAN PLASTIK
JENIS PET (*POLY ETHYLENE TEREPHTHALENE*)
DAN *SUPERPLASTICIZER* PADA BETON
TERHADAP KUAT TEKAN BETON**

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Menyelesaikan
Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung**



Disusun oleh :

**Fatkha Maulisna Taufik
NIM : 30202000070**

**Khasna Nabila Azilya
NIM : 30202000220**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG**

2024

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA PENGARUH ADISI PLASTIK JENIS PET (*POLY ETHYLENE TEREPHTHALENE*) DAN *SUPERPLASTICIZER* PADA
BETON TERHADAP KUAT TEKAN BETON



FATKHA MAULISNA TAUFIK
NIM : 30202000070



KHASNA NABILA AZILYA.
NIM : 30202000220

Telah disetujui dan disahkan di Semarang, 29 Januari 2024

Tim Penguji

1. **Dr. Ir. Sumirin, MS., MS.**
NIDN: 0004055302
2. **Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.**
NIDN: 0625059102
3. **Prof. Dr. Ir. Antonius., MT.**
NIDN: 0605046703

Tanda Tangan

Ketua Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Islam Sultan Agung

Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.
NIDN: 0625059102

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

No: 17 /A.2 /SA – T / I /2024

Pada hari ini tanggal 29 Januari 2024 berdasarkan surat keputusan Dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung perihal penunjukan Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping:

1. Nama : Dr.Ir.H. Sumirin, MS, MS.
Jabatan Akademik : Lektor
Jabatan : Dosen Pembimbing Utama
2. Nama : Muhammad Rusli Ahyar, S.T., M. Eng.
Jabatan Akademik : Lektor
Jabatan : Dosen Pembimbing Pendamping

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tersebut di bawah ini telah menyelesaikan bimbingan Tugas Akhir:

Fatkha Maulisna Taufik
NIM : 30202000070

Khasna Nabila Azilya
NIM : 30202000220

Judul : ANALISA PENGARUH PENAMBAHAN PLASTIK JENIS PET (*POLY ETHYLENE TEREPHTHALENE*) DAN *SUPERPLASTICIZER* PADA BETON TERHADAP KUAT TEKAN BETON

Dengan tahapan sebagai berikut :

No	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1	Penunjukan dosen pembimbing	12/09/2023	ACC
2	Seminar Proposal	02/11/2023	ACC
3	Pengumpulan data	05/11/2023	ACC
4	Analisis data	10/11/2023	ACC
5	Penyusunan laporan	02/01/2024	ACC
6	Selesai laporan	29/01/2024	ACC

Demikian Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir / Skripsi ini dibuat untuk diketahui dan dipergunakan seperlunya oleh pihak-pihak yang berkepentingan

Dosen Pembimbing Utama



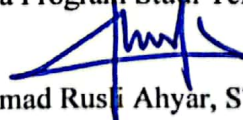
Dr. Ir. Sumirin, MS, MS

Dosen Pembimbing Pendamping



Muhammad Rusli Ahyar, S.T., M.Eng

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil



Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

1. NAMA : Fatkha Maulisna Taufik
NIM : 30202000070
2. NAMA : Khasna Nabila Azilya
NIM : 30202000220

**JUDUL : ANALISA PENGARUH PENAMBAHAN PLASTIK JENIS PET
(POLYETHYLENE TEREPHTHALENE) DAN SUPERPLASTICIZER PADA
BETON TERHADAP KUAT TEKAN BETON .**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan - bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Islam Sultan Agung Semarang atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian pernyataan ini saya buat.

Semarang, 29/Januari/2024

Yang membuat pernyataan 1

Yang membuat pernyataan 2



Fatkha Maulisna Taufik
NIM : 30202000070

Khasna Nabila Azilya.
NIM : 30202000220

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

1. NAMA : Fatkha Maulisna Taufik
NIM : 30202000070
2. NAMA : Khasna Nabila Azilya
NIM : 30202000220

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul : **“ANALISA PENGARUH PENAMBAHAN PLASTIK JENIS PET (*POLY ETHYLENE TEREPHTHALENE*) DAN *SUPERPLASTICIZER* PADA BETON TERHADAP KUAT TEKAN BETON ”** benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 29/Januari/2024

Yang membuat pernyataan 1

Yang membuat pernyataan 2



Fatkha Maulisna Taufik
NIM : 30202000070

Khasna Nabila Azilya.
NIM : 30202000220

MOTTO

“Kamu adalah umat yang terbaik yang dilahirkan untuk manusia, menyuruh kepada yang ma'ruf, dan mencegah dari yang munkar, dan beriman kepada Allah”. (Q.S Al – Imran 110)

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri.” (Q.S Ar-Ra'd: 11)

“Hai orang-orang yang beriman, bertakwalah kepada Allah dan hendaklah setiap diri memperhatikan apa yang telah diperbuatnya untuk hari esok (akhirat); dan bertakwalah kepada Allah, sesungguhnya Allah Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan (Q.S Al Hasyr Ayat 18)

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”. (Q.S Al – Insyirah 6)

“Janganlah kamu bersikap lemah dan janganlah pula kamu bersedih hati, padahal kamulah orang-orang yang paling tinggi derajatnya jika kamu beriman.” (QS. Ali Imran: 139).

“Boleh jadi kamu membenci sesuatu padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi pula kamu menyukai sesuatu padahal ia amat buruk bagimu, Allah mengetahui sedang kamu tidak mengetahui.” (QS. Al Baqarah: 216)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah yang saya rasakan hingga saat ini. Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk:

1. Orang tua saya tercinta, ayah Taufik dan Ibu Muzarokhah yang selalu memberi semangat, motivasi serta saran yang berguna dan selalu memberi dukungan baik berupa materi maupun moril.
2. Kakak saya Firdaus Maulana Taufik dan Adik Fadia Riskiyana Taufik yang selalu memberi semangat selama mengerjakan Tugas Akhir, serta sepupu, paman dan bibi saya yang selalu menghibur saya selama saya merasa jenuh mengerjakan Tugas Akhir.
3. Dr. Ir. Sumirin, MS, MS selaku dosen pembimbing yang tidak pernah lelah memberikan ilmunya serta memberikan arahan semangat dan dorongan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Muhamad Rusli Ahyar, S.T., M.Eng selaku dosen pembimbing yang tidak pernah lelah memberikan ilmunya serta memberikan arahan semangat dan dorongan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Dosen - dosen Program Studi Teknik Sipil Unissula yang telah membagikan ilmunya.
6. Khasna Nabila Azilya (Partner TA) yang selama ini berjuang bersama menyelesaikan Tugas Akhir dan melewati suka duka selama mengerjakan Tugas Akhir.
7. Kepada mahasiswa NIM 30202000077 yang selalu menemani dan memberikan motivasi, semangat, kritik, dan saran yang membangun untuk menjadi lebih baik.
8. Teman — teman semua yang telah membantu serta memberi semangat yang tidak bisa saya sebut satu — persatu.

Fatkha Maulisna Taufik
30202000070

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah yang saya rasakan hingga saat ini. Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk:

1. Orang tua saya tercinta, Abah Agus Paijin, S.Pd dan Mamah Mas'ani, S.Ag , terima kasih atas doa, semangat, motivasi, pengorbanan, nasihat serta kasih sayang yang tidak pernah henti sampai saat ini.
2. Adik – adik saya Lu'lu Aufa Hibrizi dan Affa Laelatun Nada yang selalu memberi semangat selama mengerjakan dan semoga kita semua menjadi anak yang membanggakan kedua orang tua.
3. Dr. Ir. Sumirin, MS, MS dosen pembimbing yang tidak pernah lelah memberikan ilmunya serta memberikan arahan semangat dan dorongan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Muhamad Rusli Ahyar, S.T., M.Eng selaku dosen pembimbing yang tidak pernah lelah memberikan ilmunya serta memberikan arahan semangat dan dorongan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Dosen - dosen Program Studi Teknik Sipil Unissula yang telah membagikan ilmunya.
6. Fatkha Maulina Taufik (Partner TA) yang selama ini berjuang bersama menyelesaikan Tugas Akhir dan melewati suka duka selama mengerjakan Tugas Akhir.
7. Terima kasih kepada mahasiswa dengan nim 30202000033 karena telah menjadi bagian dari perjalanan ini, berbagi suka dan duka, motivator terbaik yang senantiasa menginspirasi dan mendorong saya untuk menjadi versi terbaik dari diri saya.
8. Teman - teman Teknik Sipil Angkatan 2020 yang tidak bisa saya sebut satu - persatu

Khasna Nabila Azilya

30202000220

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Dengan menyebut asma Allah Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, segala puja dan puji syukur bagi Allah Subhanahu Wa ta'ala yang atas Rahmat, Taufiq, dan Hidayah Nya, kami telah apat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Analisa Pengaruh Penambahan Plastik Jenis Pet (*Poly Ethylene Terephthalene*) Dan *Superplasticizer* Pada Beton Terhadap Kuat Tekan Beton ”.

Penyusunan Laporan Tugas Akhir ini dapat terwujud atas pertolongan Allah Tuhan Yang Maha Penolong dan atas bantuan serta dukungan beberapa pihak. Untuk itu ingin mengucpkan terima kasih kepada kepada:

1. Bapak Dr. Abdul Rochim, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Bapak Muhammad Rusli Ahyar, S.T., M.Eng, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
3. Bapak Dr. Ir. Sumirin, MS, MS., selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan, kesabaran dan bimbingan dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir.
4. Bapak Muhammad Rusli Ahyar, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan, kesabaran dan bimbingan dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir.
5. Semua pihak yang membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunan dalam penulisan. Semoga Tugas Akhir dapat bermanfaat bagi kita semua dan tidak hanya bagi penulis saja.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Semarang, 29 Januari 2024

Fatkha Maulisna Taufik

Khasna Nabila Azilya

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
PERNYATAAN KEASLIAN.....	v
MOTTO	vi
PERSEMBAHAN.....	vii
PERSEMBAHAN.....	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
ABSTRAK.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Beton	6
2.2. Material Penyusutan Beton	6
2.2.1. Semen <i>Portland</i>	6
2.2.2. Agregat.....	7
2.2.3. Air	9
2.3. Sifat – Sifat Beton	9
2.3.1. <i>Workabilitas</i>	10

2.3.2. Penyusutan	11
2.3.3. Keawetan.....	11
2.3.4. Pengaruh Suhu	12
2.4. Faktor Air Semen (FAS)	12
2.5. Bahan Tambahan.....	12
2.5.1. Plastik PET sebagai Bahan Agregat Ringan	13
2.5.2. <i>Superplasticizer</i>	14
2.6. <i>Green Concrete</i>	14
2.7. Kuat Tekan Beton	15
2.8. Penelitian Sebelumnya.....	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	18
3.1. Pelaksanaan Penelitian.....	18
3.1.1. Tempat Penelitian.....	18
3.1.2. Rancangan Penelitian	18
3.1.3. Tahapan Penelitian.....	18
3.2. Tinjauan Umum	19
3.3. Persiapan Alat dan Bahan	20
3.3.1. Alat – Alat yang digunakan	20
3.3.2. Bahan Penyusun Beton	21
3.4. Tahapan Penyiapan	21
3.4.1 Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir)	22
3.4.2 Pemeriksaan Agregat Kasar (Batu Pecah)	24
3.4.3 Pemeriksaan Agregat Bahan Tambah PLastik PET	26
3.5. Rencana Campuran Beton (<i>Mix Desain</i>)	26
3.6. Pembuatan Benda Uji Silinder	29
3.7. <i>Slump Test</i>	29
3.8. Perawatan Benda Uji.....	30
3.9. Pengujian Kuat Tekan Beton	31
3.10. Hasil Penelitian dan Analisa Penelitian	32
3.11. Kesimpulan dan Saran	32

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1. Pemeriksaan Bahan (Agregat Halus, Agregat Kasar, dan Plastik PET)	33
4.1.1 Pemeriksaan Agregat Halus	33
4.1.2 Pemeriksaan Agregat Kasar	37
4.1.3 Pemeriksaan Agregat Plastik Jenis PET	41
4.2 Perencanaan Campuran Beton (<i>Mix Desain</i>)	42
4.3 Pengujian Nilai <i>Slump Test</i> Benda Uji Beton	50
4.4 Pengujian Berat Volume Benda Uji Beton	51
4.5 Pengujian Penyerapan Air / Absorpsi Pada Benda Uji Beton.....	53
4.6 Pengujian Kuat Tekan Beton	55
4.6.1 Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari	55
4.6.2 Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari	59
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	 63
5.1 Kesimpulan	63
5.2 Saran.....	63
 DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Perkiraan Kadar Air Bebas.....	28
Tabel 4.1. Data Hasil Pengujian Kadar Lumpur dalam Agregat Pasir	33
Tabel 4.2. Data Hasil Pengujian Kadar Lumpur dalam Agregat Pasir.....	35
Tabel 4.3. Data Hasil Pengujian Berat Jenis Serta Absorpsi Agregat Halus	36
Tabel 4.4. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus (Pasir)	37
Tabel 4.5. Data Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar	38
Tabel 4.6. Data Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar	39
Tabel 4.7. Data Hasil Pengujian Berat Jenis dan Absorpsi Agregat Kasar.....	40
Tabel 4.8. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar	41
Tabel 4.9. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Absorpsi Plastik PET	42
Tabel 4.10. Perkiraan Kadar Air Bebas (kg/m ³).....	45
Tabel 4.11. <i>Mix Desain</i> Beton Untuk Benda Uji Silinder.....	47
Tabel 4.12. <i>Mix Desain</i> Beton Untuk Kebutuhan 1 Benda Uji Silinder	49
Tabel 4.13. Hasil Pengujian Nilai <i>Slump Test</i> Beton	54
Tabel 4.14. Hasil Pengujian Berat Volume Beton	52
Tabel 4.15. Hasil Pengujian Penyerapan Air Beton	54
Tabel 4.16. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari.....	56
Tabel 4.17. Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal dengan PET dan <i>Superplasticizer</i> 0,5% Pada Umur 7 Hari	56
Tabel 4.18. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari.....	59
Tabel 4.19. Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal dengan PET dan <i>Superplasticizer</i> 0,5% Pada Umur 28 Hari	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Diagram Alir Tahapan Penelitian	19
Gambar 4.1. Grafik Analisa Saringan Agregat Halus (Pasir)	34
Gambar 4.2. Grafik Analisa Saringan Agregat Kasar (Batu Pecah)	38
Gambar 4.3. Hubungan Antara Kuat Tekan dan Faktor Air Semen	43
Gambar 4.4. Hubungan Kadar Air Bebas dengan Nilai <i>Slump</i> dan Ukuran Agregat.....	44
Gambar 4.5 Perkiraan Berat Isi Beton	46
Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Nilai <i>Slump Test</i>	50
Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Berat Volume Beton	53
Gambar 4.8 Grafik Penyerapan Air beton.....	55
Gambar 4.9 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal dengan Tambahan PET Umur 7 Hari	57
Gambar 4.10 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal dengan Tambahan PET dan <i>Superplasticizer</i> 0,5% Umur 7 Hari	57
Gambar 4.11 Perbandingan Kuat Tekan antara Beton Normal dengan PET + <i>Superplasticizer</i> 0,5% Umur 7 Hari	58
Gambar 4.12 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal dengan Tambahan PET Umur 28 Hari	60
Gambar 4.13 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal dengan Tambahan PET dan <i>Superplasticizer</i> 0,5% Umur 28 Hari	60
Gambar 4.14 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Antara Beton Normal dengan PET dan Tambahan PET + <i>Superplasticizer</i> 0,5% Umur 28 Hari	61

ANALISA PENGARUH PENAMBAHAN PLASTIK JENIS *PET* (*POLY ETHYLENE TEREPHTHALENE*) DAN *SUPERPLASTICIZER* PADA BETON TERHADAP KUAT TEKAN BETON

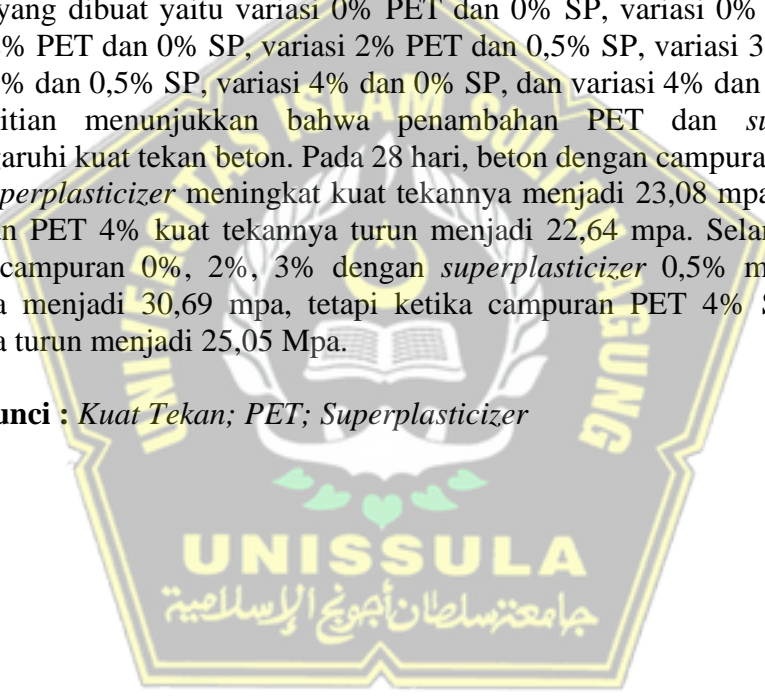
Abstrak

Pertumbuhan ekonomi, pola konsumsi, dan peningkatan produksi manusia berpengaruh pada peningkatan sampah plastik, terutama di Indonesia. Untuk mengatasinya dalam dunia konstruksi dilakukan berbagai inovasi mengenai beton menggunakan berbagai bahan tambah. Untuk mengurangi dampak limbah plastik yang sulit diuraikan. Limbah botol plastik *PET* (*Poly Ethylene Terephthalate*) digunakan sebagai pengganti agregat halus dalam beton. Digunakannya *superplasticizer* untuk meningkatkan *slump* dan *workability* untuk mengurangi penggunaan air (FAS/faktor air semen).

Pada penelitian ini dilakukan penelitian eksperimen dilaboratorium dengan 8 Variasi yang dibuat yaitu variasi 0% *PET* dan 0% *SP*, variasi 0% dan 0,5% *SP*, variasi 2% *PET* dan 0% *SP*, variasi 2% *PET* dan 0,5% *SP*, variasi 3% dan 0% *SP*, variasi 3% dan 0,5% *SP*, variasi 4% dan 0% *SP*, dan variasi 4% dan 0,5% *SP*.

Penelitian menunjukkan bahwa penambahan *PET* dan *superplasticizer* memengaruhi kuat tekan beton. Pada 28 hari, beton dengan campuran 0%, 2%, 3% tanpa *superplasticizer* meningkat kuat tekannya menjadi 23,08 mpa, tetapi ketika campuran *PET* 4% kuat tekannya turun menjadi 22,64 mpa. Selanjutnya, beton dengan campuran 0%, 2%, 3% dengan *superplasticizer* 0,5% meningkat kuat tekannya menjadi 30,69 mpa, tetapi ketika campuran *PET* 4% *SP* 0,5% kuat tekannya turun menjadi 25,05 Mpa.

Kata Kunci : *Kuat Tekan; PET; Superplasticizer*



ANALYSIS OF THE EFFECT OF ADDING PET TYPE PLASTIC (*POLY ETHYLENE TEREPHTHALENE*) AND SUPERPLASTICIZER TO CONCRETE ON THE COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE

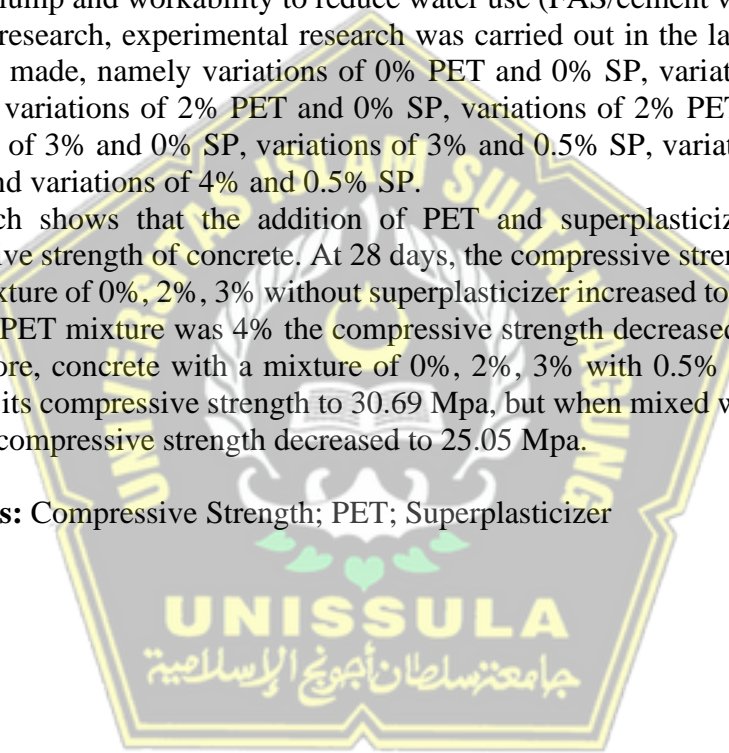
Abstract

Economic growth, consumption patterns and increased human production have an impact on increasing plastic waste, especially in Indonesia. To overcome this, in the world of construction, various innovations have been made regarding concrete using various additional materials. To reduce the impact of plastic waste which is difficult to decompose. PET (Poly Ethylene Terephthalate) plastic bottle waste is used as a substitute for fine aggregate in concrete. Superplasticizer is used to increase slump and workability to reduce water use (FAS/cement water factor).

In this research, experimental research was carried out in the laboratory with 8 variations made, namely variations of 0% PET and 0% SP, variations of 0% and 0.5% SP, variations of 2% PET and 0% SP, variations of 2% PET and 0.5% SP, variations of 3% and 0% SP, variations of 3% and 0.5% SP, variations of 4% and 0% SP, and variations of 4% and 0.5% SP.

Research shows that the addition of PET and superplasticizers affects the compressive strength of concrete. At 28 days, the compressive strength of concrete with a mixture of 0%, 2%, 3% without superplasticizer increased to 23.08 MPa, but when the PET mixture was 4% the compressive strength decreased to 22.64 MPa. Furthermore, concrete with a mixture of 0%, 2%, 3% with 0.5% superplasticizer increased its compressive strength to 30.69 Mpa, but when mixed with PET 4% SP 0.5% the compressive strength decreased to 25.05 Mpa.

Keywords: Compressive Strength; PET; Superplasticizer



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Salah satu elemen umum dalam bangunan struktural dan non-struktural adalah beton. Agregat, semen, air, dan kombinasi tambahan dalam rasio tertentu adalah komponen beton. Penggunaan beton harus disesuaikan dengan kebutuhan konstruksi yang dibangun. Sehingga, para insinyur/ahli sipil maupun pemilik bangunan (*owner*) harus mengetahui macam-macam beton berdasarkan fungsi, material dan kekuatannya. Macam-macam beton diantaranya beton tulangan, beton prategang, beton *pre-test*, beton ringan, dan sebagainya. Sifat bahan dasar, jenis bahan yang dipilih, rasio nilai campuran, teknik mencampur, teknik kerja yang digunakan saat menuangkan campuran beton, teknik kompresi, dan teknik pemeliharaan yang digunakan selama proses penyemprotan (yang membutuhkan waktu sekitar 28 hari) semuanya mempengaruhi kekuatan, daya tahan, dan sifat lainnya dari beton.

Beton terdiri dari bahan-bahan yang mudah diperoleh, dan mudah terbentuk ke dalam bentuk yang diperlukan. Oleh karena itu dapat digunakan sebagai bahan bangunan dan memiliki kualitas yang cocok untuk berbagai situasi dan aplikasi.

Air, semen portland, agregat kasar, dan agregat halus termasuk bahan pembuatan beton, masing-masing memiliki tujuan dan dampak yang unik. Tekanan yang kuat adalah salah satu karakteristik utama beton. Kapasitas suatu struktur untuk menyerap gaya tekanan per satuan permukaan disebut gaya tekanan. Menurut SNI 03-3449-2002 kuat tekan pada kontruksi bangunan jenis struktural ringan minimum 6,89 MPa dan untuk maksimum 17 MPa. Sedangkan untuk jenis struktural (menengah ke atas) minimumnya 17 MPa dan maksimumnya 41 MPa. Faktor-faktor yang menentukan mutu campuran beton antara lain umur serat beton, cara kerja (pencampuran, pengangkutan, pemadatan, dan pengawetan), gradasi agregat, ukuran agregat maksimum, mutu semen udara, dan pengujian bahan untuk menjamin bahwa campuran tersebut, dibuat dengan kualitas yang baik sesuai dengan perencanaan awal (Tjokrodimuljo, 1996).

Belakangan ini banyak penelitian yang memeberikan inovasi-inovasi mengenai beton dengan menggunakan berbagai bahan tambah maupun teknologi lainnya. Salah satunya inovasi variasi material tambahan beton diantaranya tambahan serbuk alumunium, sabut kelapa sawit, serat seng, sterofom, plastik PET (*Poly Ethylene Terephthalate*), dan lain-lain. Variasi material yang efektif digunakan yaitu limbah plastik PET (*Poly Ethylene Terephthalate*). Menggunakan bahan tambahan plastik PET disebabkan oleh pertumbuhan ekonomi, perubahan dalam pola konsumsi, dan peningkatan produksi manusia, yang mengakibatkan peningkatan sampah plastik secara signifikan, terutama di Indonesia. Limbah botol plastik PET (*Poly Ethylene Terephthalate*) dapat digunakan sebagai pengganti agregat halus dalam beton setelah dipanaskan, didinginkan, dan dipecah. Serta mengurangi dampak penggunaan limbah plastik di lingkungan sekitar dikarenakan plastik memiliki sifat yang sulit diuraikan. Serta digunakannya bahan tambahan *superplasticizer* untuk meningkatkan *slump* dan *workability* (kemudahan pengerjaan beton) sehingga mengurangi penggunaan air khususnya pada pengaruh FAS (faktor air semen).

Pada penelitian ini telah dilakukan penelitian eksperimen dilaboraturium dengan uji beton sistem *green concrete* yaitu dengan memanfaatkan limbah plastik PET (*Poly Ethylene Terephthalate*) serta ditambahkan *superplasticizer* pada benda uji guna meningkatkan nilai kekuatan pada beton. Dibanding dengan beton biasa, beton jenis *green concrete* menghasilkan sedikit CO₂ (karbondioksida) dianggap lebih lama dan lebih murah. Hasil penelitian ini diharapkan akan menghasilkan solusi alternatif untuk bidang konstruksi dan solusi untuk mengurangi limbah plastik PET (*Poly Ethylene Terephthalate*).

1.2. Rumusan Masalah

Berikut ini adalah ringkasan masalah yang mendasari penelitian ini :

1. Bagaimana mengoptimalkan limbah plastik jenis PET (*Poly Ethylene Terephthalate*) dalam pembuatan beton.
2. Bagaimana penerapan beton dengan bahan tambahan limbah plastik PET (*Poly Ethylene Terephthalate*) dalam struktur konstruksi.

3. Bagaimana pengoptimalan beton dengan penambahan limbah plastik PET (*poly ethylene terephthalate*) dan *superplasticizer*.
4. Bagaimana pengoptimalan zat aditif *superplasticizer* pada beton.

1.3. Batasan Masalah

Batasan berikut termasuk dalam pembahasan tugas akhir :

1. Limbah plastik yang digunakan jenis PET (*Poly Ethylene Terephthalate*).
2. Semen Portland type I.
3. Menguji kuat tekan beton ringan.
4. Benda uji menggunakan silinder ukuran 150 x 300 mm.
5. Pengujian dilakukan umur 7 hari dan 28 hari.
6. Bahan *superplasticizer concrete admixture*.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini antara lain:

1. Membandingkan sifat mekanis beton normal dengan beton dengan penambahan limbah plastik PET (*Poly Ethylene Terephthalate*) dan *superplasticizer*.
2. Menganalisa prosentase optimal penambahan/adisi limbah plastik jenis PET (*Poly Ethylene Terephthalate*) dengan campuran cairan *superplasticizer* beton.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini untuk kemajuan ilmu, untuk masyarakat, maupun untuk industri sebagai berikut :

1. Mengolah kembali limbah plastik PET yang membutuhkan waktu lama untuk terurai menjadi bahan campuran beton.
2. Memperoleh inovasi beton baru yaitu beton dengan penambahan limbah plastik jenis PET disekitar kita menjadi beton yang unggul untuk kemajuan industri konstruksi.
3. Menerapkan konsep *green concrete* sebagai pengganti agregat halus.

1.6. Sistematika Penulisan

Laporan penulisan tugas akhir ini dibagi menjadi lima bab :

BAB I PENDAHULUAN

Bab I menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab II membahas tentang uraian umum beton dan bahan tambahan.

BAB III METODOLOGI PENULISAN

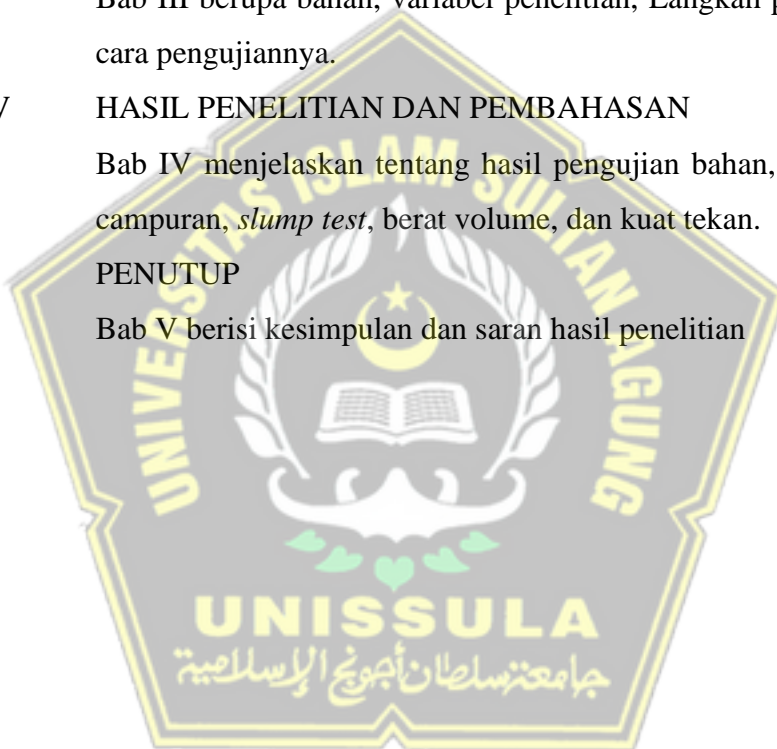
Bab III berupa bahan, variabel penelitian, Langkah penelitian, dan cara pengujiannya.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab IV menjelaskan tentang hasil pengujian bahan, perbandingan campuran, *slump test*, berat volume, dan kuat tekan.

BAB V PENUTUP

Bab V berisi kesimpulan dan saran hasil penelitian



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Beton

Beton merupakan salah satu material yang digunakan dalam bangunan. SNI-03-2847-2002 mendefinisikan beton sebagai suatu massa padat yang dihasilkan dengan mencampurkan air, agregat halus dan kasar, serta semen (atau semen hidrolik) dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya. Batuan alam atau batuan hasil usaha penghancuran batu dimanfaatkan sebagai agregat kasar. Bahan penyusun dicampur kemudian dicetak sesuai dengan kebutuhan baik ukuran maupun bentuk yang dibutuhkan, kemudian dalam beberapa menit semen dan air dapat membentuk reaksi kimia yang disebut hidrasi. Reaksi tersebut yang menghasilkan material beton ini menjadi keras, kuat dan tahan lama. Beton juga tahan terhadap suhu tinggi dan mudah dirawat. Namun beton mempunyai kekurangan yang sulit diubah jika sudah dibentuk, pelaksanaan pekerjaan yang membutuhkan ketelitian tinggi, serta kekuatan tarik yang rendah walaupun kuat tekannya besar.

Kekuatan, keawetan, dan karakteristik beton lainnya dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain jenis bahan dasar yang digunakan, perbandingan bahan, pencampuran, pengerjaan, penguangan mortar, pemadatan serat, dan perawatan bahan selama pengerasan. Sangatlah penting untuk mempertimbangkan dengan cermat cara mendapatkan beton segar dan beton keras yang dibuat dengan baik jika Anda ingin membuat beton berkualitas tinggi. Beton unggul mempunyai variasi volume minimal, kuat, tahan lama, dan kedap air. Usia beton, suhu udara mixer, dan lamanya proses pengerasan beton semuanya berdampak pada ketepatan perawatan.

Beton terbagi menjadi tiga kategori berdasarkan beratnya: beton normal, beton ringan), dan beton berat. Jenis beton berat biasanya digunakan untuk membuat bangunan rumah atau gedung, sementara beton berat ringan biasanya digunakan untuk dinding atau atap bangunan rumah atau gedung. Beton berat berat biasanya digunakan untuk struktur yang tinggi, seperti jembatan dan *flyover*.

2.2. Material Penyusun Beton

Air ditambahkan ke berbagai campuran bahan kasar dan halus untuk membuat beton. Semen *portland*, air, dan agregat kasar dan halus adalah beberapa bahan tersebut. Beton dapat dibuat dengan bahan tambahan (*additive*) untuk kegunaan tertentu.

2.2.1. Semen *Portland*

Semen *portland* adalah salah satu bentuk semen yang paling banyak digunakan dalam produksi beton, menurut ASTM C-150 (1985). Prosesnya melibatkan penggilingan klinker kalsium silikat secara hidrolis, sering kali mencakup satu atau lebih jenis kalsium sulfat yang dihancurkan dengan bahan utama.

Seluruh spesifikasi yang diuraikan dalam Standar Pengujian Bangunan Indonesia tahun 1986 (SII.0013-81) harus dipenuhi oleh semen *Portland* yang digunakan di Indonesia. Ia juga harus memenuhi persyaratan ini (PB.1989:3.2-8).

Dalam bidang konstruksi sipil, semen merupakan bahan pengikat penting yang sering digunakan dalam pembangunan infrastruktur. Pasta semen dibuat ketika semen dan air digabungkan. Ketika agregat halus dan pasta semen digabungkan, hasilnya adalah mortar. Apabila mortar dan agregat kasar digabungkan maka dapat tercipta campuran beton baru yang bila mengeras akan menghasilkan beton (beton) yang kuat.

Berikut penjelasan singkat proses pembuatan semen *Portland* yang dikemukakan oleh Nawy (1985):

- a. Bahan baku yang terdiri dari campuran CaO , SiO_2 , dan Al_2O_3 yang diperoleh dari tambang digiling bersama dengan beberapa tambahan lainnya baik dalam kondisi basah maupun kering.
- b. Campuran ini dituangkan ke ujung atas suatu *ciln* yang diposisikan miring.
- c. Campuran mengalir perlahan dari atas ke bawah selama *ciln* berputar dan dipanaskan.
- d. Suhu *ciln* terus meningkat secara bertahap hingga mencapai suhu klinker, tempat difusi awal terjadi. Setelah campuran mencapai tingkat suhu 1400°C (2700°F), suhu ini dipertahankan. Klinker, yang memiliki diameter antara 1,5 hingga 50

milimeter, didinginkan dalam penyimpanan klinker dan dihancurkan menjadi butiran yang halus.

- f. Waktu pengerasan semen (waktu pengerasan di lapangan) diatur dengan penambahan sedikit gypsum (sekitar 1-5%).
- g. Hasil akhir disimpan dalam silo semen untuk digunakan oleh masyarakat dalam skala kecil. Untuk proyek besar, truk pengangkut semen khusus dapat digunakan untuk mengirimkan semen.

Menurut SK.SNI T-15-1990-03:2, ada lima jenis semen Portland:

- a. Tipe I adalah semen tanpa batasan penggunaan tertentu.
- b. Semen tipe II digunakan di lingkungan yang memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi ringan.
- c. Semen tipe III digunakan dalam situasi yang memerlukan ketahanan sulfat, khususnya pada tahap awal setelah pengecoran.
- d. Semen tipe IV digunakan bila diperlukan hidrasi panas minimal.
- e. Semen tipe V digunakan dalam situasi di mana diperkirakan terdapat resistensi sulfat tingkat tinggi.

2.2.2. Agregat

Partikel mineral yang belum diolah yang disebut agregat ditambahkan ke dalam campuran beton sebagai pengisi. Meskipun agregat biasanya menyumbang 70% dari keseluruhan volume beton, pemilihan agregat sangat penting dalam proses karena memiliki dampak signifikan terhadap kualitas produk akhir (Mulyono, 2003).

A. Agregat Kasar

Batu pecah, kerikil, pasir, dan bahan lain yang berasal dari buatan atau alami dapat digabungkan untuk menghasilkan agregat kasar (SNI No: 1737-1989-F). Baik selama pembuatan maupun selama konstruksi struktur beton, agregat kasar diperlukan. Partikel batuan yang lebih besar dari 5 mm membentuk agregat kasar, dan biasanya ukuran maksimumnya tidak melebihi 50 mm sesuai dengan kebutuhan konstruksi tertentu. Biasanya, agregat kasar diperoleh dari batu gunung, batu sungai, atau hasil sampingan dari kegiatan penambangan.

Persyaratan dibawah ini harus dipenuhi oleh agregat kasar:

1. Untuk mengisi rongga-rongga pada beton, susunan butiran agregat atau gradasinya harus baik, terdiri dari butiran-butiran yang berukuran seragam.
2. Harus padat atau tidak berpori.
3. Harus bersih, dengan kadar lumpur 1% atau kurang. Jika ada, perlu dibersihkan.
4. Hindari penggunaan komponen yang bereaksi negatif dengan alkali karena dapat menyebabkan beton mengembang secara berlebihan.
5. Agregat kasar baik dalam keadaan SSD (*Saturated Surface Dry*), di mana rongga agregat terisi air, sehingga tidak ada peningkatan atau penurunan kadar air dalam beton.

B. Agregat Halus

Adalah pasir yang terbentuk secara alami melalui proses disintegrasi batuan besar menjadi butiran kecil. Agregat halus didefinisikan sebagai butiran batuan dengan ukuran terbesar tidak lebih dari 5,00 mm, yang dapat melewati saringan no.4. Hasil alami dari proses disintegrasi ini menghasilkan butiran agregat halus yang umumnya memiliki bentuk yang cenderung bulat dan tekstur kasar.

Beberapa persyaratan yang harus dipenuhi oleh agregat halus yang digunakan:

1. Bila menggunakan agregat halus untuk membuat beton tebal dan meminimalkan penyusutan, susunan butiran, atau gradasi agregat harus sesuai untuk mengisi ruang yang ditinggalkan oleh bahan lain.
2. Kadar lumpur tidak boleh melebihi 5%; jika agregat halus lebih dari 5%, harus dibersihkan atau dicuci.
3. Persentase tanah liat dalam bobot ringan tidak boleh lebih dari 1%.
4. Unsur reaktif dengan alkali dalam semen yang dapat menyebabkan pemuaian berlebihan (tidak lebih dari 0,60%) tidak boleh terdapat dalam agregat halus.
5. Agregat halus dalam kondisi SSD (*Saturated Surface Dry*) adalah ketika agregat memiliki rongga yang terisi air, sehingga tidak ada penambahan atau pengurangan air pada permukaannya.

2.2.3. Air

Untuk memulai reaksi kimia pada semen, memberikan kontak kelembaban pada agregat, dan memfasilitasi pembangunan, air diperlukan selama proses pembuatan beton. Secara umum, air minum dapat digunakan untuk mencampur beton. Selama proses pencampuran beton, jika air terkontaminasi dengan zat berbahaya seperti gula, minyak, garam, atau bahan kimia lainnya, beton dapat menjadi berkualitas rendah atau bahkan memiliki karakteristik lain.

Rasio semen terhadap air, dibandingkan dengan berat campuran secara keseluruhan, dikenal sebagai "faktor air-semen" atau "rasio air-semen". Hal ini disebabkan semen dan air bereaksi secara kimiawi sehingga menghasilkan pasta semen. Kelebihan air mungkin akan menghasilkan banyak gelembung udara saat proses hidrasi selesai. Sebaliknya, kadar air yang tidak mencukupi menghambat proses hidrasi dan melemahkan beton. Jika air tidak melebihi baku mutu, beton yang dibuat dengan air bersih atau air suling tidak akan kehilangan kekuatannya kurang dari 90% setelah 7 atau 28 hari (PB 1989:9).

Selama memenuhi persyaratan kualitas tertentu, air dari berbagai sumber, termasuk air tawar (seperti sungai, danau, kolam, kolam, dll.) dan air laut, dapat digunakan untuk mencampur beton. Untuk mencampur beton, air tawar yang memenuhi kriteria kualitas air minum biasanya dapat diterima. Namun, larutan garam 3,5% yang biasanya terkandung dalam air laut (dengan komposisi natrium klorida sekitar 78% dan magnesium klorida sekitar 15%) dapat menurunkan kualitas beton sebanyak 20%. Karena dapat menyebabkan korosi yang lebih parah, air laut sebaiknya tidak digunakan saat mencampur beton pratekan atau beton bertulang. Dilarang juga menggunakan air limbah industri yang mengandung asam atau basa. Sumber air yang dapat dimanfaatkan antara lain air permukaan, air tanah, air hujan, air udara, dan air laut (Tri Mulyono 2003:51).

2.3. Sifat – Sifat Beton

Dalam upaya mencapai mutu beton yang sesuai dengan persyaratan konstruksi dan umur bangunan yang diinginkan, penting untuk memahami karakteristik beton pada dua tahap utama, yaitu saat masih dalam keadaan segar atau baru dicetak, serta saat telah mengeras. Pada tahap segar, beton memiliki sifat plastis yang

memungkinkannya untuk mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi. Kualitas beton yang baik pada tahap ini sangat mempengaruhi kemudahan pengerjaan. Sementara pada saat beton telah mengeras, kekuatannya harus mencukupi untuk menahan beban yang diberikan, sesuai dengan tuntutan konstruksi. Oleh karena itu, untuk memastikan bahwa proses konstruksi berjalan lancar dan menghasilkan beton berkualitas tinggi, sangat penting untuk memahami sifat-sifat beton segar. Berikut adalah karakteristik beton segar:

2.3.1. Workabilitas

Workabilitas sulit untuk didefinisikan dengan satu definisi yang tepat, dan Newman berpendapat bahwa itu harus didasarkan pada setidaknya tiga sifat (Murdock dan Brook, 1991):

1. Kompaktibilitas—yang berarti bahwa beton dapat diompakkan dengan mudah sehingga rongga udara dapat dihilangkan (Murdock dan Brook, 1991).
2. *Mobilitas*, Ini mencerminkan kemampuan beton untuk mengalir secara lancar ke dalam cetakan sekitarnya dan dapat dituang kembali dengan mudah.
3. *Stabilitas*, Ini menunjukkan bahwa beton memiliki kemampuan untuk tetap homogen, koheren, dan stabil selama proses getaran dan pengolahan tanpa terpisah atau terpisah dari komponen utamanya.

Sifat Kemudahan dalam mengolah beton segar dipengaruhi beberapa faktor :

- a. Jumlah air yang dicampurkan. Semakin banyak air yang digunakan, semakin mudah proses pengolahan betonnya, tetapi penambahan berlebihan air dapat mengurangi kekuatan tekan beton.
- b. Proses pengolahan beton segar menjadi lebih mudah dengan menambahkan lebih banyak semen ke campuran beton.
- c. Jika gradasi agregat halus dan serat yang digunakan sesuai dengan persyaratan, maka proses pengolahan beton dapat menjadi lebih mudah.
- d. Agregat yang memiliki bentuk butiran bulat dapat mempermudah proses pengerjaan beton.
- e. Penggunaan aditif dan penambahan mineral dalam campuran.

Tingkat kemudahan dalam mengolah beton memiliki hubungan yang signifikan dengan tingkat kekentalan campuran. Untuk mengetahui seberapa kekentalan

beton, Anda dapat melakukan pengujian lump. Nilai lump yang lebih tinggi menunjukkan bahwa campuran beton lebih encer, yang membantu proses pengolahan menjadi lebih mudah. Rentang nilai slump berkisar antara 80 hingga 120 milimeter.

Untuk mengetahui workability mortar beton, pengujian dilakukan menggunakan meja getar sesuai dengan ASTM C124-39. Hasil pengujian menunjukkan konsistensi mortar dengan menunjukkan seberapa jauh campuran dapat menyebar pada meja aliran selama lima belas detik. Nilai fluiditas dapat dihitung dengan membagi perbedaan antara diameter mortar segar setelah sentakan dan diameter sebelumnya.

2.3.2. Penyusutan

Perubahan volume yang tidak terkait dengan beban disebut susut. Pada beton, proses susut terdiri dari dua komponen:

1. Penurunan yang disebabkan oleh perubahan suhu yang terjadi saat beton mendingin. Jika tidak ditangani, susut ini dapat menyebabkan retakan plastis pada beton, meskipun dapat dihilangkan dengan perawatan yang baik.
2. Penyusutan awal karena kehilangan air akibat perebusan dan penguapan. Ini sangat penting untuk diperhatikan dalam dua situasi:
 - a. Retakan dengan lebar lebih dari 0,15 mm mencegah air masuk ke dalam tulangan, jadi mereka dapat diabaikan.
 - b. Retakan dengan lebar antara 0,15 dan 0,5 mm harus diperbaiki dengan mengisi retakan dengan emulsi latex atau bahan lainnya.

2.3.3. Keawetan

Merujuk kemampuan bahan untuk tetap digunakan sesuai dengan rencana, meskipun menghadapi serangan dari berbagai faktor eksternal seperti pengaruh cuaca seperti hujan dan sinar matahari yang bergantian serta serangan kimia seperti air limbah, air laut dan lain sebagainya. Untuk mengatasi masalah tersebut, hal-hal berikut dapat dilakukan:

- a. Menggunakan aditif tambahan sesuai kebutuhan khusus.

- b. Mencapai ketidakporusan dalam arti harus melakukan pemadatan yang efektif.
- c. Permukaan beton harus memiliki tekstur yang halus.

2.3.4. Pengaruh Suhu

Jumlah semen dalam campuran, kadar air, dan agregat semuanya mempengaruhi seberapa banyak beton memuai pada suhu yang berbeda. Dapat dikatakan nilai beton adalah $1,0 \times 10^{-6}$ per °C.

2.4. Faktor Air Semen (FAS)

Faktor air semen, atau FAS, adalah rasio air terhadap semen dalam campuran beton. Tujuan utamanya adalah untuk memungkinkan reaksi kimia memulai proses pengikatan dan pengerasan beton. Selain membuat beton lebih kuat, FAS juga mempermudah pengerjaannya. Di sisi lain, kualitas beton mungkin menurun karena peningkatan faktor air semen. Namun kuatnya beton belum tentu ditunjukkan dengan angka faktor air semen yang rendah. Disarankan angka antara 0,4 dan 0,6.

Perbandingan berat air terhadap semen dikenal sebagai faktor air semen (FAS). Lebih sedikit butiran yang diproduksi dengan FAS lebih rendah. Penurunan kemerosotan terjadi akibat faktor air semen yang terlalu tinggi, yang dapat menurunkan kuat tekan beton.

2.5. Bahan Tambahan

Menurut Spesifikasi Bahan Tambahan Beton (SK SNI S-18-1990-03), bahan tambah adalah zat yang dimasukkan ke dalam campuran beton pada saat pencampuran dengan tujuan untuk mengubah sifat-sifat campuran atau beton. Zat-zat ini bisa berbentuk cair atau bubuk. Sebelum digunakan, bahan tambah harus dievaluasi secara menyeluruh tentang efeknya pada beton, terutama ketika digunakan. Penting untuk memastikan bahwa penggunaan bahan tambah tidak berlebihan, karena hal tersebut dapat mempengaruhi negatif sifat beton. Bahan aditif dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas beton, seperti ketahanan terhadap penetrasi air, kemudahan pengolahan, dan kecepatan hidrasi (waktu pengerasan). Alasan menggunakan bahan tambahan:

1. Pada beton segar,

- Mengurangi FAS (Faktor Air Semen) dan mengurangi penggunaan air.
 - Meminimalisir jumlah semen yang digunakan.
 - Memudahkan proses pengecoran
 - Memudahkan proses *finishing*
2. Untuk beton keras (beton yang telah dikeraskan),
- Meningkatkan kualitas beton dan meningkatkan kepadatannya.
 - Meningkatkan ketahanan beton (*durability*)

2.5.1. Plastik PET sebagai Agregat Ringan

Plastik PET (*Poly Ethylene Terephthalate*) adalah polimer termoplastik yang termasuk dalam kategori polyester. PET sering digunakan dalam berbagai jenis produk, seperti plastik rekayasa, botol minuman, dan pembuatan kaca. Dengan 30% permintaan dunia berasal dari produksi botol dan sekitar 60% serat PET digunakan sebagai serat sintetis, serat ini merupakan komoditas penting dalam industri tekstil. Polyester adalah istilah umum untuk PET. PET terdiri dari unit berulang $C_{10}H_8O_4$ dan unit polimerisasi monomer etilen tereftalat. PET biasanya memiliki tanda "1" yang menunjukkan bahwa bahan tersebut dapat didaur ulang. Sangat penting untuk diingat bahwa jika botol kemasan yang terbuat dari PET terpapar suhu tinggi atau panas berulang kali, lapisan polimernya dapat meleleh dan mengeluarkan zat yang beracun atau karsinogenik.

Asam tereftalat diesterifikasi dengan etilen glikol untuk menghasilkan PET (polimer tinggi), yang dihasilkan oleh kondensasi dehidrasi etilen tereftalat. Permukaannya halus dan mengkilap, struktur kristalnya kuat, dan berwarna putih susu atau kuning muda.

Meskipun kurang tahan terhadap korona, PET memiliki sifat fisik dan mekanik yang sangat baik dalam berbagai suhu, dapat bertahan lama pada suhu 120 derajat celsius. Selain itu, PET juga memiliki kelelahan yang baik, resistensi terhadap abrasi, dan stabilitas dimensi yang tinggi. PET sering digunakan dalam pembuatan botol air mineral dan botol minuman berkarbonasi.

2.5.2. Superplasticizer

Superplasticizer adalah jenis bahan tambahan (*admixture*) pada beton yang ditambahkan ke campuran beton untuk meningkatkan *workability* (kemudahan pengolahan) dan *fluiditas* tanpa mengurangi kekuatan akhir beton. Bahan ini memungkinkan campuran beton mengkonsumsi lebih sedikit air tetapi tetap meningkatkan kinerja atau kekuatan beton.

Superplasticizer bekerja dengan mengurangi gaya tarik antara partikel-partikel semen dalam campuran beton, sehingga partikel-partikel tersebut dapat lebih mudah terpisah dan mengalir dengan lebih leluasa. Dengan demikian, penggunaan *superplasticizer* membantu meningkatkan kemudahan pengolahan beton, memungkinkan reduksi air-semen *ratio*, dan pada akhirnya menghasilkan beton yang lebih kuat dan tahan lama.

Tipe *polycarboxylate* dan *naphthalene* adalah bahan dasar *superplasticizer*. *Superplasticizer* memiliki keunggulan ketika digunakan untuk membentuk komponen konstruksi, menurut "*Specification Standard for Chemical Admixture for Concrete*" ASTM C494-19:

- Memperbaiki kinerja beton meskipun dengan penurunan jumlah air dan semen dalam campuran.
- Meningkatkan kelenturan pengolahan campuran dengan mempertahankan nilai faktor air semen.
- Mencegah korosi pada tulangan dengan meningkatkan kepadatan material.

2.6. Green Concrete

Green concrete adalah istilah yang merujuk beton yang merujuk pada beton yang dibuat dengan menggunakan limbah atau sisa – sisa bahan dari berbagai industri, dan dalam proses produksinya memerlukan konsumsi energi yang lebih rendah. Dibandingkan dengan beton konvensional, jenis beton ini menghasilkan emisi karbon dioksida yang lebih sedikit dan dianggap lebih ekonomis serta memiliki masa pakai yang lebih panjang.

Secara esensial, *green concrete* dapat dijelaskan sebagai beton yang memanfaatkan bahan limbah dalam komposisi bahan baku atau beton yang diproduksi dengan dampak lingkungan yang lebih rendah. Selain itu, *green*

concrete juga harus mempertimbangkan kinerja tinggi dan berkelanjutan sepanjang siklus hidupnya.

Green concrete memiliki berbagai keunggulan dibandingkan dengan beton konvensional, dengan tujuan utamanya adalah mendukung perlindungan lingkungan. Manfaat diantaranya yaitu efisiensi energi, dan pengurangan emisi karbon dioksida.

2.7. Kuat Tekan Beton

Merupakan salah satu parameter penting dan menjadi indikator utama kualitas beton yang telah mengeras. Biasanya, kekuatan tekan ini menjadi pertimbangan utama dalam proses perencanaan campuran beton. Kekuatan tekan beton menggambarkan kemampuan beton untuk menahan tekanan yang diberikan pada suatu luas tertentu. Meskipun demikian, beton juga mengalami perubahan kecil dalam bentuk tarikan dan uji tekan.

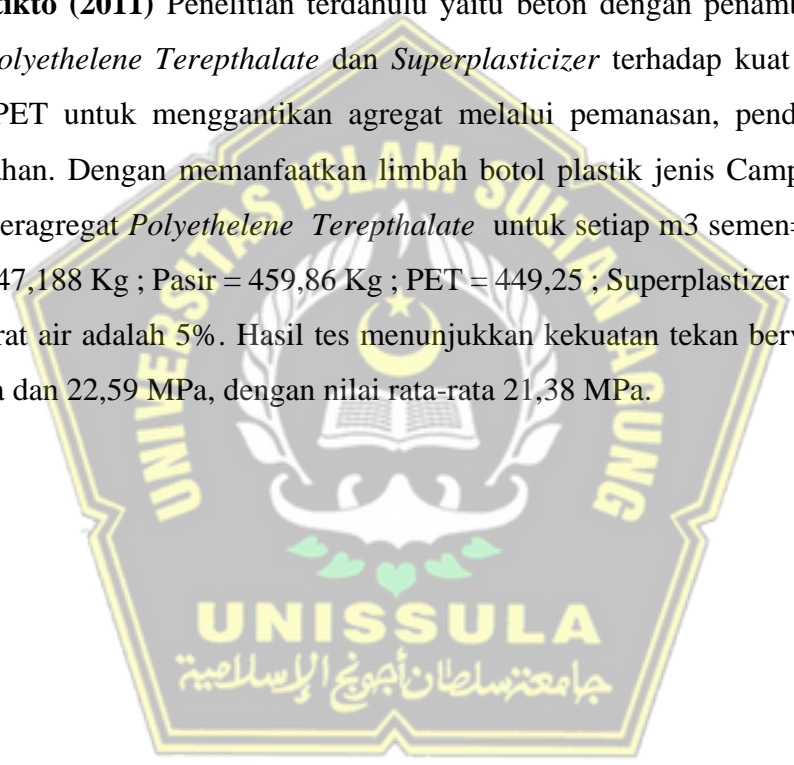
Beton biasanya dievaluasi dengan pengujian kompresi dan sampel silinder berukuran 150 mm kali 300 mm untuk menentukan kuat tekannya. Protokol pengujiannya mematuhi standar ASTM C-39 atau SNI. Ukuran dan bentuk agregat yang digunakan, jumlah semen yang digunakan, perbandingan air campuran, proporsi campuran, proses pengawetan, dan umur beton pada saat pembuatan merupakan beberapa variabel yang mempengaruhi kuat tekan beton.

2.8. Penelitian Sebelumnya

Yunda dkk (2023) Pada penelitian menganalisis kuat tekan beton dengan modifikasi *Polyethylene Terephthalate* menggunakan botol plastik yang dicacah maupun dipotong dengan ukuran Panjang 5 cm dan lebar 1-3 mm dengan prosentase variasi 0,1%, 0,25%, 0,4% sebagai bahan pengganti sebagian agregat halus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton dengan serat PET meningkat kuat tekannya hingga 12,96% dibandingkan dengan beton biasa. Dengan menambah 0,25% PET pada agregat halus, kuat tekan beton dengan serat PET mencapai 19,74 MPa pada umur 28 hari, sedangkan beton biasa sebesar 17,47 MPa. Penggunaan plastik PET sebagai campuran beton mengurangi jumlah bahan alami yang digunakan.

Muhammad Wijaya dkk (2021) Jenis plastik *Poly ethelene Terephthalate* (PET), yang biasa digunakan dalam botol kemasan, digunakan dalam penelitian ini. Variasi penambahan agregat plastik (AP) terhadap agregat alam (AA) adalah sebagai berikut: a. AP = 0%, AA = 100%, b. AP = 50%, AA = 50%, c. AP = 75%, AA = 25%, dan d. AP = 100%, AA = 0%. Pada variasi kedua, hasil kuat tekan adalah 11,1 MPa. Setelah pengujian kuat tekan dan keretakan dilakukan pada beton plastik, kita dapat mengetahui beberapa perilakunya. Nilai kuat tekan beton plastik akan menurun jika ditambahkan presentase plastik terus menerus. Sesuai dengan kuat tekan

Pratikto (2011) Penelitian terdahulu yaitu beton dengan penambahan plastik jenis *Polyethelene Terephthalate* dan *Superplasticizer* terhadap kuat tekan beton. Botol PET untuk menggantikan agregat melalui pemanasan, pendinginan, dan pemecahan. Dengan memanfaatkan limbah botol plastik jenis Campuran dengan beton beragregat *Polyethelene Terephthalate* untuk setiap m³ semen = 717,69 kg ; Air = 247,188 Kg ; Pasir = 459,86 Kg ; PET = 449,25 ; Superplastizer yang diambil dari berat air adalah 5%. Hasil tes menunjukkan kekuatan tekan bervariasi antara 18 MPa dan 22,59 MPa, dengan nilai rata-rata 21,38 MPa.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini mencakup tempat penelitian, rancangan penelitian, dan tahapan penelitian.

3.1.1. Tempat Penelitian

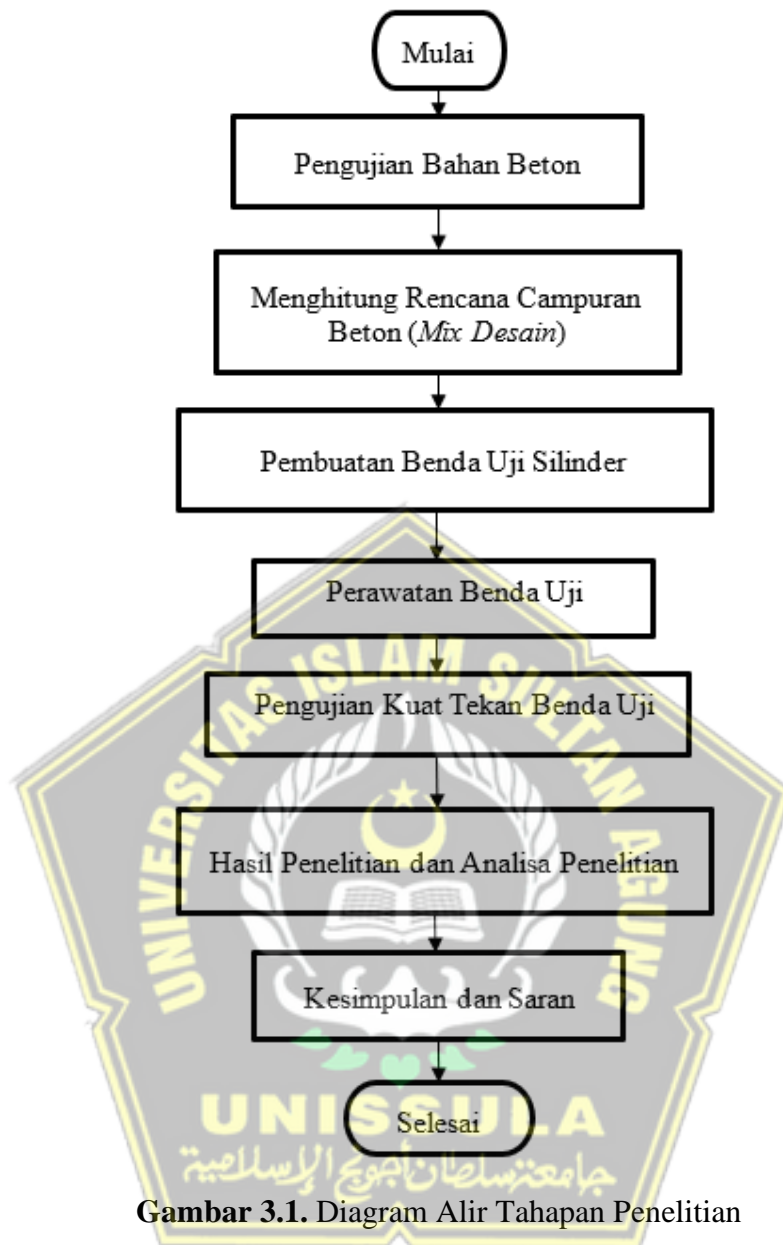
Laboratorium Beton Universitas Islam Sultan Agung Semarang—berlokasi di Jalan Kaligawe Raya No. Km 4, Terboyo Kulon, Genuk, Kota Semarang, Jawa Tengah 50112 digunakan sebagai tempat untuk membuat dan menguji benda uji beton (dilakukan pengujian kuat tekan).

3.1.2. Rancangan penelitian

Penelitian melalui metode eksperimen untuk mengetahui bagaimana penggunaan limbah plastik PET serta *superplasticizer* sebagai bahan tambah dalam pembuatan beton.

3.1.3. Tahapan penelitian

Penelitian adalah proses memperoleh pengetahuan atau memecahkan masalah secara logis, ilmiah, dan sistematis. Studi ini dilakukan dalam tiga tahap: persiapan, pelaksanaan, dan analisis. Diagram alir tahap penelitian berikut menunjukkan detail lebih lanjut.



Gambar 3.1. Diagram Alir Tahapan Penelitian

3.2. Tinjauan Umum

Tinjauan umum berupa variabel bebas, variabel terkait dan jumlah benda uji.

1. Variabel bebas adalah variasi perbandingan bahan plastik jenis PET sebagai pengganti agregat halus yang digunakan sebagai berikut :
 - a. Variasi 0% PET dan 0% *superplasticizer*
 - b. Variasi 0% PET dan 0,5% *superplasticizer*
 - c. Variasi 2% PET dan 0% *superplasticizer*
 - d. Variasi 2% PET dan 0,5% *superplasticizer*

- e. Variasi 3% PET dan 0% *superplasticizer*
 - f. Variasi 3% PET dan 0,5% *superplasticizer*
 - g. Variasi 4% PET dan 0% *superplasticizer*
 - h. Variasi 4% PET dan 0,5% *superplasticizer*
2. Variabel terkait adalah mutu dan jenis material beton yang direncanakan adalah $f'c$ 25 Mpa.
 3. Benda uji yang digunakan adalah silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan 24 sampel setiap variasi untuk uji kekuatan tekan yang berlangsung selama 7 hari dan 28 hari.

3.3. Persiapan Alat dan Bahan

Berikut ini adalah peralatan dan bahan yang digunakan untuk membuat benda uji:

3.3.1. Alat alat yang digunakan

Penelitian ini telah dilaksanakan dengan menggunakan berbagai alat, seperti:

1. Saringan
Digunakan untuk menentukan ukuran agregat yang digunakan.
2. Cetakan beton berbentuk silinder
Digunakan sebagai cetakan dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
3. Set alat *slump test*
Untuk pengujian kekentalan beton (kadar air beton).
4. Oven
Digunakan untuk mengeringkan agregat atau untuk keperluan lainnya.
5. Timbangan digital
Digunakan untuk menimbang material penelitian.
6. Mesin pengaduk beton
Untuk mengaduk saat dilakukan campuran beton.
7. *Compression Testing*
Digunakan untuk mengukur nilai kuat tekan beton yang sudah direncanakan.
8. Pan/cawan
Digunakan untuk tempat material/agregat.
9. Bak perendam beton (*curing*)

Untuk perawatan benda uji (beton).

10. Alat-alat pendukung lainnya.

Alat-alat pendukung lain diantaranya sekop tangan, gelas uji, piknometer, dan lain-lain.

3.3.2. Bahan Penyusun Beton

Bahan—Bahan yang digunakan untuk membuat beton dalam penelitian diantaranya:

1. Semen Portland tipe I, berat 40 kg, adalah semen gresik dengan kondisi baik dan tertutup.
2. Agregat halus, yang berasal dari pasir alam dari Merapi, jenis pasir muntilan.
3. Agregat kasar dengan diameter rata-rata 20 mm berbahan dasar batu pecah yang berasal dari Gringsing, Kabupaten Batang, Jawa Tengah.
4. Agregat tambahan yang terdiri dari limbah plastik PET (*poly ethylene terephthalate*) yang telah diproses menjadi bentuk padat dan dihancurkan hingga menjadi pasir.
5. Air bersih atau air PDAM Kota Semarang.
6. *Superplasticizer* untuk beton.

3.4. Tahapan Penyiapan

Semua perlengkapan dan peralatan yang diperlukan untuk membuat spesimen uji silinder sudah siap pada saat ini untuk memastikan pengoperasian yang lancar. Kriteria SNI dan ACI dipenuhi oleh standar bahan yang diuji.

1. Pemeriksaan agregat halus, atau pasir, mencakup pemeriksaan dan analisis yang sesuai dengan SK SNI, termasuk uji gradasi agregat, kadar lumpur, berat jenis, serapan air, serta kadar air *Saturated Surface Dry* (SSD).
2. Pemeriksaan agregat kasar, yang mencakup pemeriksaan dan analisis yang sesuai dengan SK SNI, termasuk uji gradasi agregat, kadar lumpur, berat jenis, *absorpsi*, serta kadar air SSD.
3. Pemeriksaan agregat bahan tambah plastik PET meliputi berat jenis dan *absorpsi*.

3.4.1. Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir)

Pemeriksaan agregat halus (pasir) meliputi sebagai berikut :

1. Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus (Pasir)

Mengenai teknik pemeriksaan saringan, analisa ini menganut SNI ASTM C136:2012. Dengan menggunakan seperangkat saringan, tujuan pemeriksaan adalah untuk memastikan gradasi agregat halus, atau dispersi butiran. Selain itu juga untuk mengetahui persentase atau sebaran ukuran butir agregat kasar dan halus. Distribusi filter ini ditampilkan dalam grafik. Agregat yang lolos saringan nomor 4 (4,76 mm) sampai 200 (0,075 mm) disebut sebagai agregat halus. Berikut prosedur pengujiannya:

- a. Siapkan sampel benda uji dalam keadaan kering, kemudian pasang saringan dari mulai saringan terbesar hingga saringan terkecil. Saringan terbesar diletakkan paling atas.
- b. Masukkan sampel ke saringan, lalu tutup saringan dan guncang satu set saringan selama kurang lebih 15 menit.
- c. Setelah saringan selesai, hitung persentase berat sampel yang tertahan pada setiap saringan terhadap berat total sampel.

2. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus (Pasir)

Kadar lumpur agregat halus yang diperiksa dalam penelitian ini sesuai dengan SNI 03-4142-1996. Tujuan dari pemeriksaan ini adalah untuk mengurangi kotoran pada pasir yang merupakan prasyarat bahan bangunan beton berkualitas tinggi. Sampel dibersihkan dengan air dan disaring melalui saringan No. 200 untuk memastikan kandungan lumpur agregat halus. Berat agregat pengotor yang lolos saringan kemudian dibagi dengan sampel aslinya, dan hasilnya dihitung dalam persentase sesuai ASTM C 117-17 (Metode Uji Standar Layar 200). Berikut prosedur pengujiannya:

- a. Timbang cawan.
- b. Timbang 500 gram agregat halus (pasir) yang diambil dari saringan No. 4 dan cuci dengan air bersih.
- c. Masukkan sampel pasir ke dalam oven selama 24 jam dalam wadah atau cawan.

- d. Setelah 24 jam, sampel pasir diangkat dan dinginkan.
- e. Selanjutnya menentukan berat sampel dan persentase kandungan lumpur. Jumlah lumpur dalam agregat ditentukan oleh persentase kandungan lumpurnya. Jumlah lumpur yang berlebihan dapat melemahkan ikatan agregat semen dan menurunkan kuat tekannya..

3. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengukur berat jenis agregat halus kering, berat jenis semu, dan daya serap air sesuai dengan SNI 1970:2008. Selain itu, pengujian ini dilakukan sesuai dengan standar ASTM C 128 dan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang, khususnya yang berkaitan dengan konfirmasi berat jenis dan daya serap agregat halus. Beginilah cara tes dilakukan:

- a. Mengeringkan agregat halus (pasir) sampai kondisi jenuh kering permukaan. Bisa dilakukan uji alat kerucut untuk memeriksa kelembapan agregat. Kerucut diletakkan pada permukaan yang tidak menyerap air dan halus. Kemudian tambahkan sedikit demi sedikit agregat halus ke dalam kerucut hingga penuh dan meluap, pegangi agar menjaga kerucut tidak berubah posisi, Setelah itu, gunakan alat pemadat agregat untuk meratakan bagian yang menonjol secara merata sebanyak 25 kali tumbukan. Proses tumbukan dilakukan dengan menjatuhkan alat pemadat secara bebas setinggi 5 mm di atas permukaan agregat yang dipadatkan. Kemudian, buang agregat yang tumpah di sekitar kerucut dan perlahan angkat kerucut ke atas. Pasir tetap berbentuk cetakan sampai kondisi jenuh permukaan tercapai (agregat masih terlalu lembab di permukaan), tetapi jika permukaan belum mencapai kondisi jenuh kering, pasir akan runtuh sedikit demi sedikit saat kerucut diangkat.
- b. Isi air pada piknometer sampai batas kalibrasi. Setelah itu, timbang beratnya.
- c. Mengisi alat piknometer dengan pasir kondisi jenuh permukaan atau SSD sebesar 500 gram lalu ditambahkan air sampai garis kalibrasi. Lalu timbang berat piknometer, air dan sampel pasir.
- d. Aduk atau putar atau guncangkan piknometer dengan tangan

- e. Kemudian keluarkan air dan sampel pasir yang ada di piknometer ke cawan/wadah. Sebelum dikeluarkan kedalam cawan, timbang dahulu berat cawan.
- f. Masukkan sampel kedalam oven dan tunggu selama 24 jam, lalu ditimbang.

4. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus (Pasir)

Pemeriksaan ini mengacu pada SNI 1971:2011 agar dapat menghasilkan hasil kadar air agregat total yang seragam dan akurat. Kadar air beton diatur menggunakan temuan penelitian. Proporsi air yang dapat menguap dari benda uji setelah dikeringkan merupakan salah satu perhitungan pengujian. Berikut prosedur pengujiannya:

- a. Timbang wadah sebelum dipakai.
- b. Ambil sampel pasir 500 gram lalu timbang.
- c. Masukkan sampel tes ke oven selama 24 jam pada suhu $105^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$.
- d. Ambil sampel yang sudah dikeringkan tunggu sebentar hingga dingin lalu timbang.

3.4.2. Pemeriksaan Agregat Kasar (Batu Pecah)

Analisis agregat kasar, atau batu pecah, mencakup:

1. Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar (Batu Pecah)

Uji analisa ayakan ini digunakan untuk mengetahui persentase berat butir total yang lolos melalui ayakan yang berbeda-beda, sesuai dengan SNI ASTM C136:2012. Dalam grafik, nilai persentase ditampilkan. Agregat kasar memiliki ukuran butiran antara no.4 (4,75) dan 40 mm (1,5 inci). Gradasi tersebut sangat penting dilakukan untuk mengetahui ukuran agregat yang berpengaruh pada besar kecilnya rongga antar beton saling mengisi. Langkah-langkah pengujiannya meliputi:

- a. Ambil sampel benda uji dalam keadaan kering kemudian pasang saringan sesuai urutan dari yang terbesar diletakkan paling atas sampai nomer terkecil.
- b. Masukkan benda uji kedalam satu set saringan yang sudah diurutkan.
- c. Goyangkan alat selama kira-kira lima belas menit setelah menutup saringan paling atas.

- d. Tentukan proporsi retensi berat masing-masing filter benda uji terhadap berat total benda uji yang disaring..

2. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar (Batu Pecah)

Tujuan pemeriksaan kadar lumpur adalah untuk menentukan prosentase kadar lumpur pada batu pecah, sesuai dengan SNI 03-4143-1996 dan dilakukan sesuai dengan buku panduan praktikum. Prosesnya adalah sebagai berikut:

- a. Timbang wadah tanpa sampel.
- b. Ambil 500 gram batu pecah dan timbang.
- c. Cuci agregat kasar dengan air bersih sampai tidak ada lumpur atau kotoran lainnya.
- d. Masukkan sampel agregat kasar kedalam oven kemudian tunggu selama 24 jam.
- e. Angkat sampel setelah 24 jam, kemudian dinginkan.
- f. Timbang sampel setelah dingin, lalu hitung persentase kadar lumpurnya.

3. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar (Batu Pecah)

Berat jenis curah, berat jenis kering permukaan jenuh, berat jenis semu, dan daya serap air pada agregat kasar semuanya ditentukan dengan teknik pengujian yang dilakukan sesuai dengan SNI 1969-2016. Selain itu, ini dilakukan agar memastikan bahwa campuran agregat kasar beton yang tepat memenuhi kuat tekan rencana.

Langkah pengujiannya meliputi:

- a. Siapkan alat dan bahan.
- b. Cuci dan rendam benda uji dengan air bersih agar terhindar dari kotoran yang menempel serta agar agregat kasar menyerap air sampai kedalam permukaan.
- c. Ambil benda uji, lalu keringkan dengan lap sampai air pada permukaan agregat kasar hilang namun tetap mengandung air didalamnya.
- d. Timbang wadah/cawan.
- e. Ambil batu pecah 500 gram.
- f. Letakkan benda uji kedalam keranjang yang sudah terkait dengan timbangan, lalu masukkan kedalam ember air
- g. Buang udara yang terperangkap di dalam air dengan menggoyangkan agregat kasar.

- h. Keluarkan benda uji dari air dan kembalikan ke dalam wadah atau cawan yang sama.
- i. Masukkan kedalam oven, tunggu hingga 24 jam, setelah itu dinginkan sebentar lalu ditimbang.

4. Pemeriksaan Kadar Air Batu Pecah

Berat air agregat dibagi dengan berat agregat pada saat kering disebut kadar air agregat kasar. SNI 1971:2011 untuk menentukan kadar air agregat kasar. Berikut adalah hasil tesnya:

- a. Timbang cawan/wadah sebelum digunakan.
- b. Ambil sampel agregat kasar sebesar 500 gram.
- c. Taruh sampel dalam oven selama satu hari.
- d. Ambil sampel, kemudian tunggu beberapa saat hingga sampel dingin lalu timbang.

3.4.3. Pemeriksaan Agregat Bahan Tambah Plastik PET

Pemeriksaan agregat bahan tambah PET berupa :

1. Pengujian Berat Jenis dan absorpsi Bahan Tambah Plastik PET

Periksaan berat jenis dan penyerapan air agregat plastik PET sebagai bahan tambah agregat halus sama dengan pengujian agregat halus biasa. Pengujian ini dimulai dari mengambil sampel benda uji kemudian ditimbang, kemudian sampel direndam didalam air lalu angkat dan dilap permukaanya dengan kain penyerap, lalu timbang Kembali. Setelah itu, sampel dimasukkan kedalam keranjang dalam air yang sudah dikaitkan dengan timbangan di atasnya.

3.5. Rencana Campuran Beton (*Mix Desain*)

Dalam penelitian ini, acuan SNI-03-2834-2000 digunakan untuk perencanaan pembuatan campuran beton. Prosedur ini mencakup persyaratan umum dan teknis untuk menghitung proporsi campuran beton yang baik dan tepat. Dengan perhitungan proporsi campuran yang ditujukan untuk merencanakan kuat tekan yang ditargetkan, langkah-langkahnya meliputi :

- a. Kuat tekan karakteristik/ kuat tekan yang ditargetkan.
- b. Standar deviasi rencana.
- c. Nilai tambah

$$M = 1,64 \times Sf$$

Dengan :

M = nilai tambah

1,64 = tetapan statistic yang nilainya tergantung pada persentase kegagalan hasil uji sebesar maksimum 5%

Sf = deviasi standar rencana

- d. Kuat tekan rata-rata.

$$Fcr = f'c + M$$

Dengan :

Fcr = kuat tekan rata-rata

f'c = kuat tekan karakteristik

M = nilai tambah

- e. Jenis semen yang digunakan.
- f. Jenis agregat halus yang digunakan.
- g. Jenis agregat kasar yang digunakan.
- h. Faktor Air Semen (FAS).

Jumlah FAS yang paling tinggi harus memenuhi persyaratan SNI 03-1915-1992 untuk beton tahan sulfat dan SNI 03-2914-1994 untuk beton bertulang kepad air (Tabel 4,5,6).

- i. Faktor Air Semen rencana yang digunakan.
- j. *Slump test*.

Tujuannya adalah untuk mendapatkan beton yang dapat dituangkan, didapatkan, dan diratakan dengan mudah.

- k. Besar butiran agregat kasar maksimum.

Ukuran agregat kasar maksimum tidak boleh melebihi :

1. Seperlima jarak minimum antar sisi cetakan,
2. Sepertiga tebal plat, dan
3. Tiga perempat jarak bebas minimum antara batang tulangan.

- l. Kadar air bebas.

1. Agregat tidak pecah dan pecah menggunakan nilai dari tabel
2. Agregat campuran (tidak pecah dan pecah), dihitung menggunakan rumus :

$$\text{Kadar air bebas} = \frac{2}{3}W_h + \frac{1}{3}W_k$$

Dengan :

W_h = perkiraan jumlah air untuk agregat halus

W_k = perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

Tabel 3.1. Perkiraan Kadar Air Bebas (kg/m^3)

Ukuran maks. Agregat (Mm)	Jenis Batuan	<i>Slump</i>			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10	Alami	150	180	205	225
	Batu Pecah	180	205	230	250
20	Alami	135	160	180	195
	Batu Pecah	170	190	210	225
30	Alami	115	140	160	175
	Batu Pecah	155	175	190	205

m. Kadar semen.

Kadar semen = kadar air bebas : faktor air semen

n. Jumlah semen minimum (dibulatkan ke atas).

o. FAS disesuaikan (berdasarkan grafik).

p. Prosentase agregat halus.

Berdasarkan ukuran agregat maksimum, nilai *slump test*, dan gradasi agregat halus.

q. Prosentase agregat kasar.

Prosentase agregat kasar = 100% - prosentase agregat halus

r. Berat jenis gabungan (berat jenis SSD total campuran).

Berat jenis gabungan = (prosentase agregat halus x berat jenis agregat halus)
+ (prosentase agregat kasar x berat jenis agregat kasar)

s. Berat isi beton (diketahui berdasarkan grafik dengan acuan kadar air bebas).

t. Kadar agregat gabungan.

Kadar agregat gabungan = berat isi beton – kadar semen – kadar air bebas

u. Kadar agregat halus.

Kadar agregat halus = prosentase agregat halus x kadar agregat gabungan

v. Kadar agregat kasar.

Kadar agregat kasar = kadar agregat gabungan – kadar agregat halus

w. Proporsi campuran dan koreksi proporsi campuran sesuai dengan kebutuhan.

3.6. Pembuatan Benda Uji Silinder

Benda uji pada penelitian ini dibuat sesuai dengan pedoman dan spesifikasi pembuatan beton silinder :

1. Kumpulkan semua peralatan dan perlengkapan yang diperlukan.
2. Gunakan berat yang direncanakan untuk menimbang setiap bahan.
3. Nyalakan ready mix dan tambahkan kerikil, semen, dan pasir.
4. Tambahkan PET yang sudah diproses dan aduk hingga tercampur rata. Setelah menambahkan air ke dalam mesin pencampur, biarkan tercampur sebentar. Sambil menunggu, siapkan superplasticizernya.
5. Matikan mesin pengaduk setelah adonan sudah rata. Masukkan superplasticizer setelah tercampur rata. Jangan gunakan mesin pengaduk terlalu lama karena dapat menyebabkan adukan beton mengeras.
6. Lihat hasil tes *slump* adonan beton yang telah dibuat.
7. Masukkan adukan beton kedalam cetakan silinder secara bertahap hingga penuh, pukul dan tusuk cetakan agar beton menjadi sempurna tidak terlalu banyak rongga yang kosong (tidak terisi adukan).
8. Diamkan cetakan silinder hingga beton mengeras sendiri.
9. Setelah kering, lepaskan cetakan dan lakukan proses curing.
10. Angkat dan diamkan lagi selama tujuh hingga dua puluh delapan hari.
11. Setelah 7 hari dan 28 hari, beton telah diuji kekuatan tekannya.

3.7. *Slump test*

Tujuan *slump test* ini adalah untuk mengetahui tingkat kekentalan adukan beton sehingga beton memiliki *workability* atau kemudahan yang diinginkan, yang

ditunjukkan dalam nilai tertentu. Dengan demikian, beton dapat mencapai tingkat kekuatan yang diinginkan. Pengujian ini menggunakan acuan standar SNI 1972:2008 tentang pengujian slump beton dan ASTM C1611/C 1611 M, (*Standard Test Method For Slump Flow Of Self Consolidating Concrete*). Langkah pengujiannya sebagai berikut :

- a. Basahi cetakan dan letakkan di atas permukaan yang tidak menyerap dan lembab.
- b. Masukkan campuran ke dalam kerucut menjadi 3 lapisan, sehingga setiap lapisan kira-kira sepertiga volume kerucut.
- c. Padatkan setiap lapisan dengan batang penusuk dengan 25 tusukan.
- d. Setelah lapisan atas dipadatkan , segera lepaskan kerucut dari beton dengan mengangkatnya secara vertikal secara hati-hati.
- e. Segera setelah beton diangkat dan menunjukkan penurunan permukaan, ukurlah beda tinggi antara puncak kerucut dengan titik pusat permukaan atas beton.

3.8. Perawatan benda uji (*curing*)

Tujuan lain dari perawatan beton adalah untuk menghentikan pengeringan beton, sehingga mengurangi jumlah air yang dibutuhkan untuk proses pengerasan. Untuk menjaga benda uji beton pada suhu dan kelembapan yang konstan baik di dalam maupun di luar, proses pengawetan merendamnya seluruhnya di dalam air. Dibandingkan dengan beton yang dibuat tanpa perawatan, beton yang dirawat lebih padat, tahan aus, dan tahan lama. Jika beton dibiarkan di udara tanpa perawatan, bagian luarnya menyusut dan retak karena panas yang berfluktuasi antara bagian dalam dan bagian luarnya. Akibatnya, kualitas beton menurun. Proses curing, atau perawatan benda uji, dilakukan sesuai dengan ASTM C31-91. Langkah - langkahnya:

1. Pastikan beton yang telah direndam tidak terlalu basah agar tidak melebur selama proses perendaman (terjadi proses segregasi).
2. Isi bak perendam dengan air bersih.
3. Angkat dan masukkan benda uji ke dalam bak perendam.
4. Lakukan proses perendaman.

3.9. Pengujian kuat tekan

Tujuan pengujian kekuatan beton, disebut juga uji tekan, adalah untuk mengukur ketahanan material terhadap beban tekan. Kuat tekan beton ditentukan dengan pengujian sampel beton menggunakan mesin yang dapat menaikkan beban dengan kecepatan tertentu hingga sampel terjepit hingga timbul retakan. Kuat tekan beton ditentukan dengan rumus sebagai berikut, berdasarkan SNI 03-1974-2011:

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

Dengan $f'c$ = kuat tekan (kg/cm²)

P = Gaya (kg)

A = Luas penampang benda uji (cm²)

Contoh perhitungannya :

1. Kuat tekan benda uji silinder

- Beban maksimum (P) = 450 kN
= 45000 kg
- Luas silinder (A) = $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2$
= $\frac{1}{4} \times 3,14 \times 15^2$
= 176,625 cm²
- Kuat tekan beton benda uji silinder

$$\begin{aligned} f'c &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{45000}{176,625} \\ &= 254,777 \text{ kg/cm}^2 = 25,477 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

2. Volume benda uji silinder

- Volume benda uji = $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t$
= $\frac{1}{4} \times 3,14 \times 15^2 \times 30$
= 5298,75 cm³

3.10. Hasil Penelitian dan Analisa Penelitian

Target hasil kuat tekan rencana itu kisaran 25 MPa. Kemudian hasil pengujian tersebut dianalisa dan dibahas kekuatan dan pengoptimalannya.

3.11. Kesimpulan dan saran

Kesimpulan dan saran untuk penelitian yang sudah dilakukan agar peneliti berikutnya dapat mengoptimalkan dan mengembangkannya.



BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Pemeriksaan Bahan (Agregat Halus, Agregat Kasar, dan Plastik PET)

Pemeriksaan bahan meliputi pasir, batu pecah dan PET yang digunakan.

4.1.1. Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir)

Pemeriksaan agregat halus (pasir) berupa pemeriksaan Analisa saringan, kadar lumpu, berat jenis, penyerapan air dan kadar air pada pasir yang digunakan.

1. Pemeriksaan Analisa Saringan (Gradasi) Agregat Halus (Pasir)

SNI ASTM C136:2012 mengacu tentang pengujian gradasi saringan agregat halus (pasir). Dari pengujian ini didapatkan grafik maupun jumlah distribusi besaran prosentase butiran pasir yang baik. Dari pengujian gradasi pasir yang telah dilakukan didapatkan :

Tabel 4.1. Data Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus (Pasir)

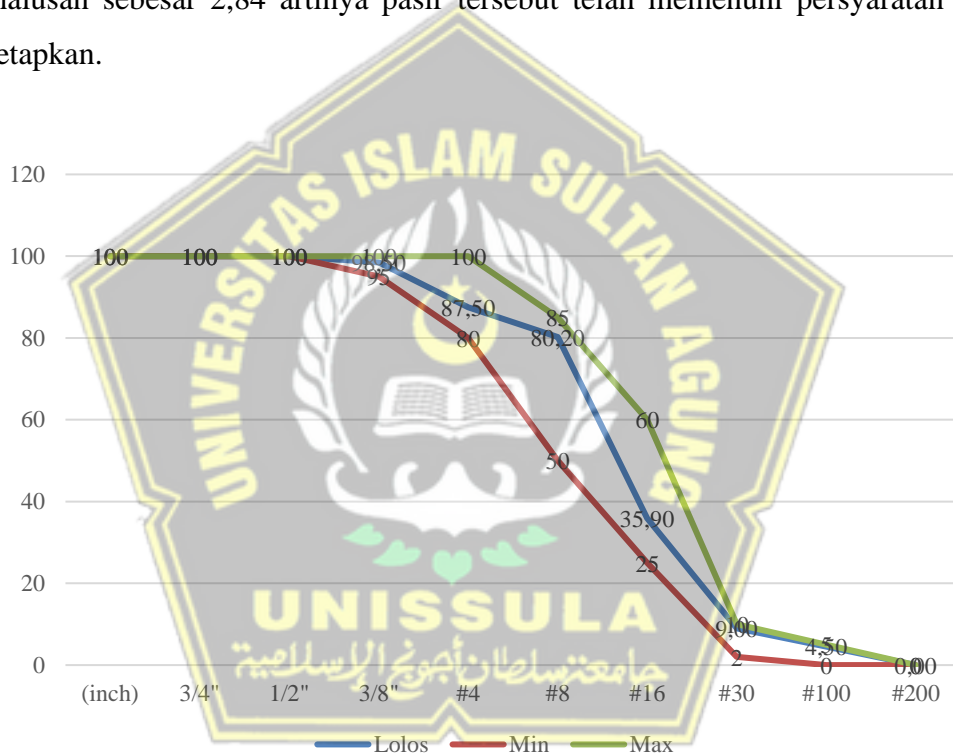
No	Ukuran Saringan	Berat Tertahan (gram)	Kumulatif Tertahan (gram)	%		Spesifikasi Kadar Teknis	
				Tertahan	Lolos	Min	Max
(inch)	(mm)	(gram)	(gram)	Tertahan	Lolos	Min	Max
3/4"	19	0	0	0	100	100	100
1/2"	12,7	0	0	0	100	100	100
3/8"	9,5	0	0	0	100	100	100
#4	4,76	15	15	1,50	98,50	95	100
#8	2,38	110	125	12,50	87,50	80	100
#16	1,19	73	198	19,80	80,20	50	85
#30	0,59	443	641	64,10	35,90	25	60
#100	0,149	269	910	91,00	9,00	2	10
#200	0,074	45	955	95,50	4,50	0	5
Pan		45	1000	100,00	0,00	0	0

(Sumber : Hasil Penelitian)

Oleh karena itu, modlus kehalusan agregat halus dihitung dengan menggunakan metode :

$$\begin{aligned} \text{Modulus kehalusan (MHB)} &= \frac{\sum \text{Berat tertahan komulatif}}{100} \\ &= \frac{284}{100} \\ &= 2,84 \end{aligned}$$

Modulus kehalusan pasir oleh SNI yaitu 1,50 – 3,50 dan pada ACI yaitu 2,40 – 3,00. Sehingga hasil pengujian gradasi agregat halus (pasir) didapatkan modulus kehalusan sebesar 2,84 artinya pasir tersebut telah memenuhi persyaratan yang ditetapkan.



Gambar 4.1. Grafik Analisa Saringan Agregat Halus

2. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus (Pasir)

Pengujian kadar lumpur ini dilakukan sesuai SNI 03-4142-1996. Kadar lumpur pada pasir ini harus dihilangkan untuk mendapatkan pasir yang baik serta campuran beton yang baik. Hasil penelitian tentang kadar lumpur agregat halus (pasir) adalah:

Tabel 4.2. Data Hasil Pengujian Kadar Lumpur dalam Agregat Halus (Pasir)

Pengujian	Kode	Sampel 1	Sampel 2	average	Satuan
Sebelum Dicuci					
Berat Kering Oven Sampel + Cawan	w1	544	545	545	gram
Berat Cawan	w2	44	45	45	gram
Berat Kering Sampel	$w3 = (w1-w2)$	500	500	500	gram
Sesudah Dicuci					
Berat Kering Oven Sampel + Cawan	w4	535	537	536	gram
Berat Kering Sampel	$w5 = (w4-w2)$	491	492	492	gram
% Sampel Lolos Saringan No.200	$w6 = \frac{w3-w5}{w3} \times 100$	1,8	1,6	1,7	%

(Sumber : Hasil Penelitian)

Hasil penelitian tentang kadar lumpur agregat halus disajikan pada Tabel 4.2. Hasil menunjukkan bahwa kandungan lumpur dalam pasir adalah 1,7%, yang menunjukkan bahwa pasir tersebut layak digunakan dalam penelitian karena kurang dari 5%.

3. Pemeriksaan Berat Jenis dan Absorpsi Agregat Halus (pasir)

Berdasarkan SNI 1970:2008 untuk mendapatkan berat jenis bahan serat penyerapan air dari pasir yang digunakan. Hasil pemeriksaan berat jenis dan absorpsi pada pasir yang digunakan didapatkan :

Tabel 4.3. Data Hasil Pengujian Berat Jenis Serta *Absorpsi* Agregat Halus

Pengujian	Kode	Sampel 1	Sampel 2	Rata- rata	Satuan
Berat SSD	a	500	500	500	gram
Berat Kering Oven	b	492	491	492	gram
Berat Pikno + Air	c	689	689	689	gram
Berat Pikno + Air + Contoh	d	994	992	993	gram
Berat Jenis Bulk	$\frac{b}{c+a-d}$	2,523	2,492	2,508	gr/cm ³
Berat Jenis SSD	$\frac{a}{c+a-d}$	2,564	2,538	2,551	gr/cm ³
Berat Jenis Semu	$\frac{b}{c+b-d}$	2,631	2,612	2,621	gr/cm ³
<i>Absorpsi</i>	$\frac{(a-b) \times 100\%}{b}$	1,626	1,833	1,730	%

(Sumber : Hasil Penelitian)

Berdasarkan hasil pemeriksaan yang diperoleh hasil berat jenuh kering rata-rata sebesar 2,551 gr/cm³ dan *absorpsi* sebesar 1,73%. Menurut Tjokrodinuljo, 2007 menyatakan bahwa berat jenis agregat normal berada diantara 2,4 - 2,7 gr/cm³. Sehingga pasir tersebut layak digunakan.

4. Pengujian Kadar Air Agregat Halus (Pasir)

Pengujian ini untuk meenentukan kadar aeir yang terdapat pada pasir digunakan untuk pengendali pada *mix desain* beton agar tidak kelebihan maupun kekurangan kadar airnya. Hasil yang dihasilkan dari pemeriksaan kadar air pasir yang digunakan adalah sebagai berikut :

Tabel 4.4. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus (Pasir)

Pengujian	Kode	Sampel 1	Sampel 2	Rata- Rata	Satuan
Berat Wadah + Sampel		545	550	548	gram
Berat Wadah		45	45	45	gram
Berat Sampel	W1	500	500	500	gram
Berat Sampel Oven + Berat Wadah		540	545	543	gram
Berat Sampel Oven	W2	490	495	493	gram
Kadar Air Total (P)		2,04	2,02	2,03	%

(Sumber : Hasil Penelitian)

Hasil pengujian di atas menunjukkan kadar air sebesar 2,03%. Berdasarkan SK SNI 15-1990-30, kadar air agregat halus harus lebih rendah dari 6,5%. Jadi pasir tersebut layak digunakan karena sudah memenuhi SNI yang berlaku, sehingga meminimalisir kandungan penambahan prosentase air pada bahan/material, yang mengakibatkan penguapan dari benda uji.

4.1.2. Pemeriksaan Agregat Kasar (Batu Pecah)

Agregat kasar yakni batu pecah dilakukan beberapa pemeriksaan guna untuk mendapatkan batu pecah yang sesuai dengan standar persyaratan yang ada. sebagai berikut :

1. Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar (Batu Pecah)

SNI ASTM C136:2012 membahas tentang pemeriksaan gradasi ukuran agregat kasar guna untuk mendapatkan prosentase serta grafik butiran agregat kasar. Selain itu, pengujian ini juga bertujuan untuk mengetahui ukuran agregat yang sangat berpengaruh pada besar dan kecilnya rongga yang saling mengisi antar agregat kasar sehingga mendapatkan beton dengan kualitas yang baik. Dari pemeriksaan mendapatkan data :

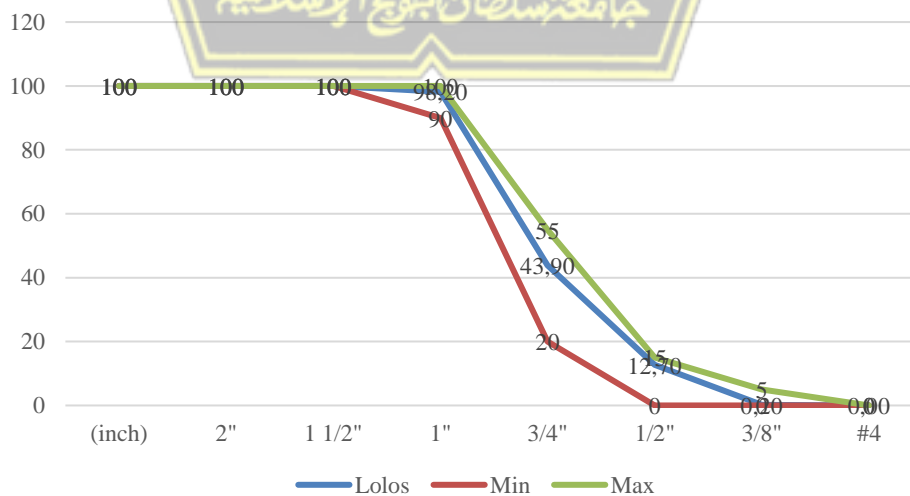
Tabel 4.5. Data Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar (Batu Pecah)

No	Ukuran Saringan (inch)	Berat Tertahan (mm)	Kumulatif Tertahan (gram)	% Tertahan	% Lolos	Spesifikasi Kadar Teknis	
						Min	Max
	2"	50,8	0	0	100	100	100
	1 1/2 "	38,1	0	0	100	100	100
	1"	25	0	0	100	100	100
	3/4 "	19	90	1,80	98,20	90	100
	1/2 "	12,7	2805	56,10	43,90	20	55
	3/8 "	9,5	1560	4365	87,30	12,70	15
	#4	4,76	625	4990	99,80	0,20	5
	Pan		10	5000	100,00	0,00	0

(Sumber : Hasil Penelitian)

$$\begin{aligned} \text{Modulus kehalusan agregat kasar} &= \frac{\sum \text{Berat Tertahan kumulatif}}{100} \\ &= \frac{615}{100} \\ &= 6,15 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil Analisa saringan agregat kasar diatas didapatkan modulus kehalusan sebesar 6,15. Sehingga agregat kasar tersebut memenuhi kisaran modulus kehalusan ukuran maksimum agregat kasar 20 mm antara 6,0 – 6,9.



Gambar 4.2. Grafik Analisa Saringan Agregat Kasar

2. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar (Batu Pecah)

Sesuai dengan SNI 03-4143-1996 tentang pengujian material terhadap kadar lumpurnya. Beton yang baik merupakan beton yang bahan-bahan penyusunnya tidak mengandung kadar lumpur yang tinggi, sebab kadar lumpur yang tinggi akan mengurangi daya lekat pada agregat khususnya agregat batu pecah terhadap semen. Jika nilai kadar lumpur tinggi sebaiknya dicuci untuk mendapatkan beton sesuai dengan rencana. Hasil pemeriksaan adalah:

Tabel 4.6. Data Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar

Pengujian	Kode	Sampel Uji	Satuan
Sebelum Dicuci			
Berat Kering Oven Sampel + Cawan	w1	596	gram
Berat Cawan	w2	96	gram
Berat Kering Sampel	$w3 = (w1-w2)$	500	gram
Sesudah Dicuci			
Berat Oven Sampel + Cawan	w4	586	gram
Berat Kering Sampel	$w5 = (w4-w2)$	490	gram
Persen Sampel	$\frac{(w3-w5)}{w3} \times 100$	0,35	%

(Sumber : Hasil Penelitian)

Agregat batu pecah kasar mempunyai kandungan kotoran sebesar 0,35%, sesuai dengan hasil data yang ditunjukkan pada grafik di atas. Dengan demikian, persyaratan tersebut dipenuhi oleh agregat batu pecah kasar yang memiliki komponen lumpur maksimal 1%.

3. Pemeriksaan Berat Jenis dan Absorpsi Agregat Kasar (Batu Pecah)

Untuk mengetahui berat jenis curah, berat jenis SSD, berat jenis nyata, dan serapan batu pecah yang digunakan, pemeriksaan ini menggunakan SNI 1969-2016. Pengujian agregat kasar (batu pecah) untuk berat jenis dan penyerapan ditunjukkan di bawah ini:

Tabel 4.7. Data Hasil Pengujian Berat Jenis dan Absorpsi Agregat Kasar

Pengujian	Kode	Sampel Uji	Satuan
Berat Contoh Uji Oven	BK	4895	gram
Berat Contoh Uji Jenuh	BJ	4982	gram
Berat Contoh Uji Dalam Air	BA	3084	gram
Berat Jenis Bulk	$\frac{BK}{BJ-BA}$	2,579	gr/cm ³
Berat Jenis SSD	$\frac{BJ}{BJ-BA}$	2,625	gr/cm ³
Berat Jenis Semu	$\frac{BK}{BK-BA}$	2,703	gr/cm ³
Penyerapan Air (<i>absorpsi</i>)	$\frac{(BJ-BK) \times 100\%}{BK}$	1,777	%

(Sumber : Hasil Penelitian)

Berdasarkan hasil pengujian diatas didapatkan bearaat jenis SSD agregat kasar (batu pecah) sebanyak 2,625 gr/cm³, dan penyerapan air (*absorpsi*) sebesar 1,777%. Sedangkan untuk berat jenis buik didapatkan 2,579 gr/cm³ dan berat jenis *apparent* sebanyak 2,703 gr/cm³.

4. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar (Batu Pecah)

Pedoman pada pemeriksaan kadaar air agregat kasar ini adalah SNI 1971-2011. Pemeriksaan ini dilakukan guna mencari perbandingan antara berat agregat kasar yang telah dikeringkan dari oven dan jumlah air yang terkandung dalam agregat kasar. Terlalu banyak air pada batu pecah dapat menyebabkan campuran beton mengalami *segregasi*, akan menyebabkan rongga pada beton dan dapat menurunkan kuat tekan beton. Karena faktor air pada campuran beton sangat berpengaruh besar sebab air berekasi dengan semen yang sifatnya mengikat. Berdasarkan pengujian kadar air pada batu pecah yang digunakan didapatkan hasil berikut :

Tabel 4.8. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar

Pengujian	Kode	Sampel 1	Sampel 2	Rata- Rata	Satuan
Berat Wadah + Sampel		552	551	552	gram
Berat Wadah		52	51	52	gram
Berat Sampel	W1	500	500	500	gram
Berat Sampel Oven + Berat Wadah		545	545	545	gram
Berat Sampel Oven	W2	491	493	492	gram
Kadar Air Total (P)		1,83	1,42	1,63	%

(Sumber : Hasil Penelitian)

Berdasarkan pengujian diatas didapatkan kadar air agregat kasar (batu pecah) sebesar 1,63%. Hasil pengujian kaadar air agregat kasar memenuhi syarat, karena menurut ASTM C556 kadar aeir ideal untuk agregat kasar berkisar antara 0,5% - 2 %.

4.1.3. Pemeriksaan Agregat Plastik Jenis PET

Pemeriksaan yang dilakukan pada agregat plastik jenis PET yaitu pemeriksaan berat jenis dan *absorbsi*.

1. Pemeriksaan Berat Jenis dan Absorbsi Plastik PET

PET dipakai sebagai bahan tambah untuk agregat halus sehingga pengujiannya mengacu pada pengujian agregat halus. PET yang digunakan cenderung berukuran seragam dan lolos saringan No. 4 (4,75 mm). Pada pemeriksaan didapatkan berat jeniss bulk, berat jenis SSD, berat jenis *apparent* serta *absorbsi*. Pemeriksaan berat jenis dan *absorbsi* limbah plastik jenis PET didapatkan hasil yaitu :

Tabel 4.9. Hasil Pengujian Berat Jenis dan *Absorpsi* Plastik PET

Pengujian	Kode	Sampel Uji	Satuan
Berat Contoh SSD	a	500	gram
Berat Contoh Oven	b	492	gram
Berat Piknometer + Air	c	682	gram
Berat Piknometer + Air + Contoh	d	820	gram
Berat Jenis Bulk	$\frac{b}{c+a-d}$	1,36	gr/cm ³
Berat Jenis SSD	$\frac{a}{c+a-d}$	1,38	gr/cm ³
Berat Jenis <i>Apparent</i>	$\frac{b}{c+b-d}$	1,39	gr/cm ³
Penyerapan Air	$\frac{(a-b) \times 100\%}{b}$	1,63	%

(Sumber : Hasil Penelitian)

Pada hasil pengujian tabel 4.9. diatas didapatkan berat jenis SSD PET sebesar 1,38 gr/cm³. Pada nilai tersebut agregat dapat tergolong agregat ringan karena syarat BJ maksimalnya adalah 2,4 gr/cm³. Rata – rata serapan air sebesar 1,63% masih dalam kisaran yang dapat diterima yaitu 3%.

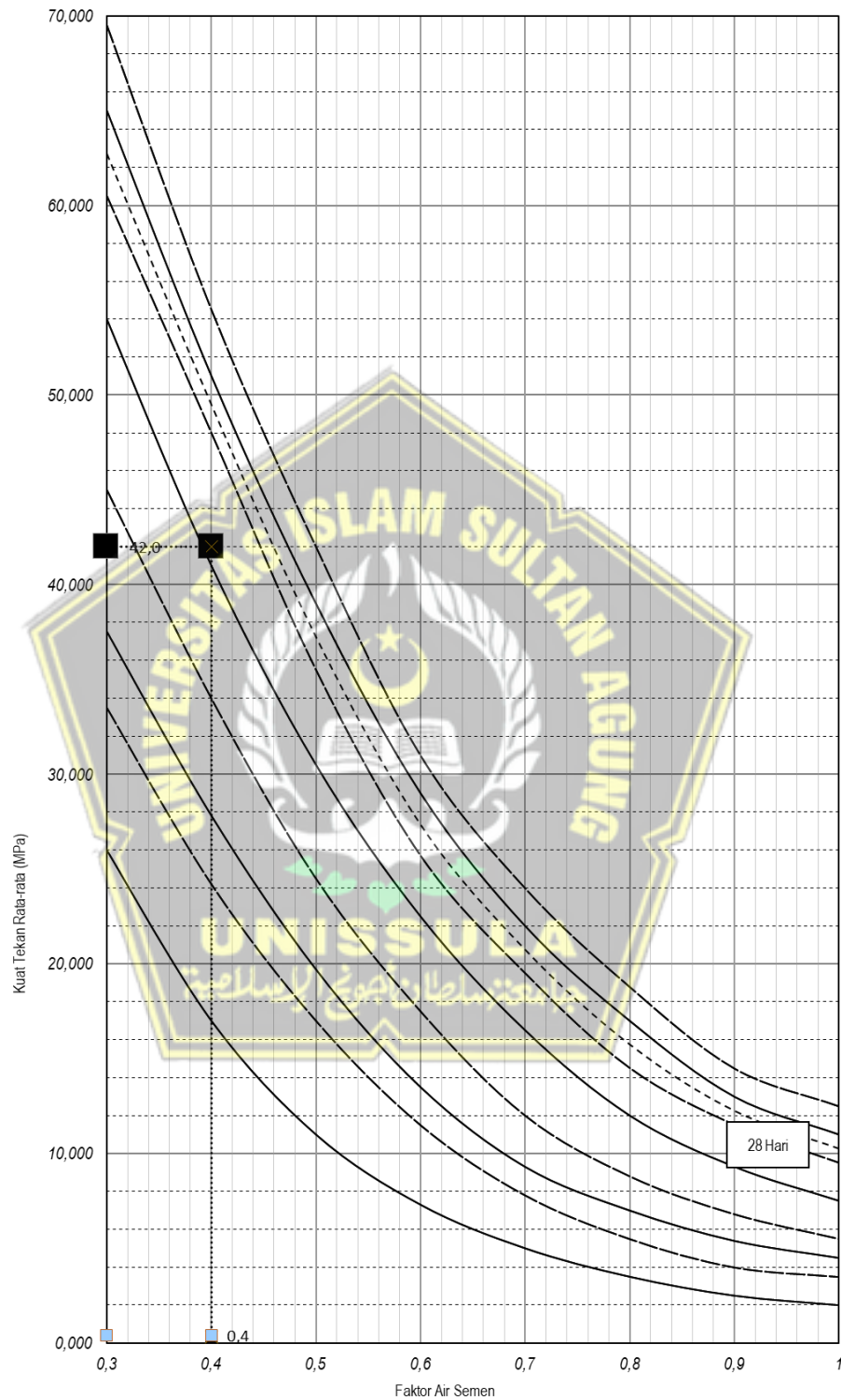
4.2. Perencanaan Campuran Beton (*Mix Desain*)

Pada penelitian ini digunakan metode perencanaan campuran adukan beton sesuai dengan standar SNI-03-2834-2000.

PERHITUNGAN *MIX DESAIN*

1. Kuat tekan karakteristik = 25 MPa pada 28 hari
2. Standar deviasi rencana = 6,5 MPa
3. Nilai tambah = 1,64 x standar deviasi rencana = 1,64 x 6,5 = 10,7 MPa
4. Kuat tekan rata-rata = kuat tekan karakteristik + nilai tambah = 25 + 10,7 + 6,5 = 42 MPa
5. Jenis semen = Tipe I ex Gresik.
6. Jenis agregat halus = Pasir alam ex Merapi pasir muntilan.
7. Jenis agregat kasar = Batu pecah ex Gringsing, Kab. Batang, Jawa Tengah.

8. Faktor air semen (FAS) = 0,4 (didapat pada grafik hubungan kuat tekan dengan FAS)

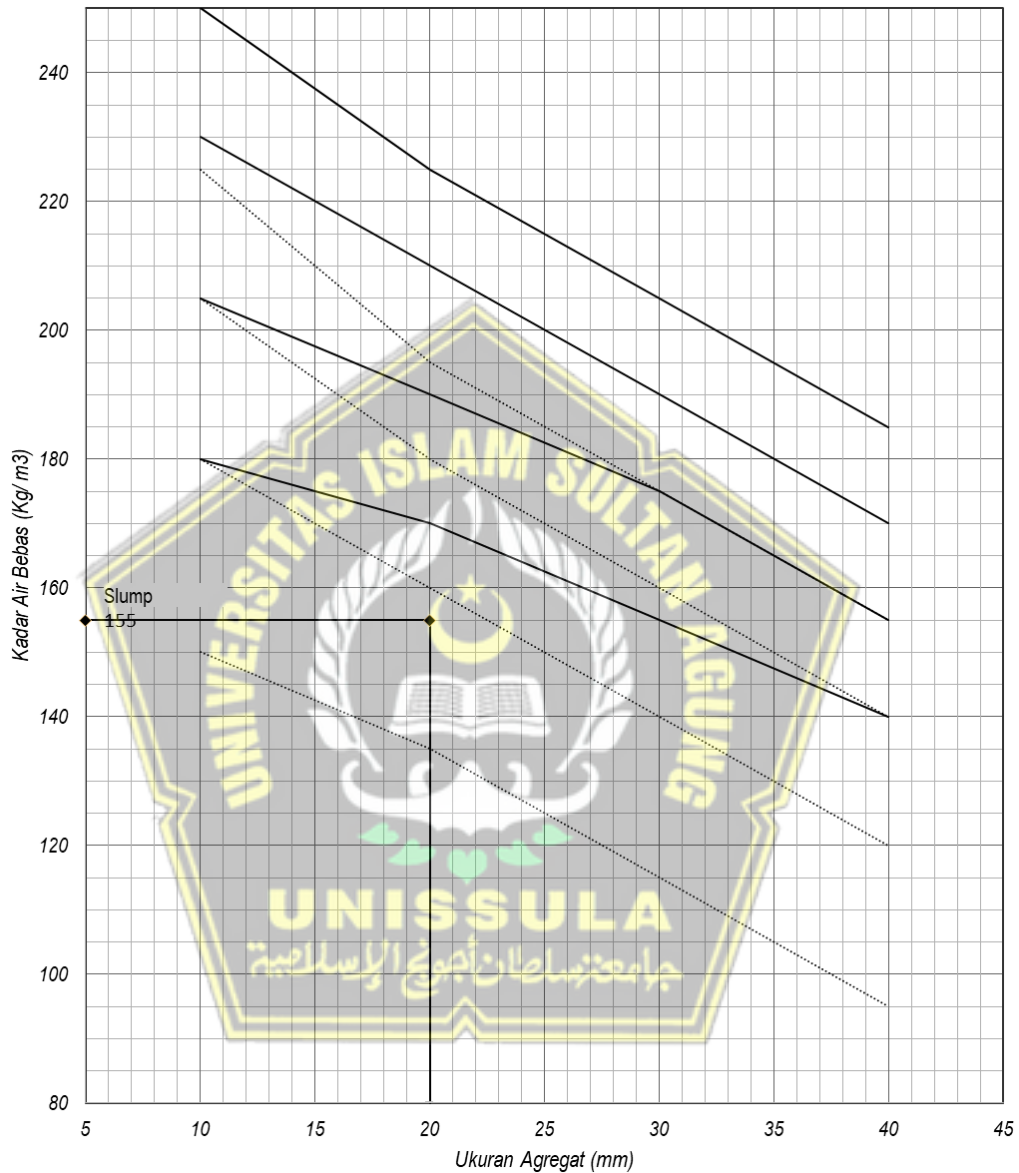


Gambar 4.3. Hubungan Antara Kuat Tekan dan Faktor Air Semen

9. Faktor Air Semen maksimum (FAS) = 0,6

Persyaratan jumlah semen minimum dan Faktor Air Semen maksimum untuk berbagai beton yang terdapat pada SNI.

10. Nilai *Slump* rencana = 60 - 180 mm



Gambar 4.4. Hubungan Kadar Air Bebas dengan Nilai *Slump* Rencana dan Ukuran Agregat

11. Ukuran maksimum agregat halus = 20 mm

12. Kadar air bebas = 155 kg/m³

Tabel 4.10. Perkiraan Kadar Air Bebas (kg/m^3)

Ukuran maks. Agregat (Mm)	Jenis Batuan	Slump			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10	Alami	150	180	205	225
	Batu Pecah	180	205	230	250
20	Alami	135	160	180	195
	Batu Pecah	170	190	210	225
30	Alami	115	140	160	175
	Batu Pecah	155	175	190	205

(Sumber : SNI-03-2834-2000)

13. Kadar semen = kadar air bebas : faktor air semen = $155 : 0,4 = 385 \text{ kg/m}^3$

14. Jumlah semen minimum = 385 kg/m^3 (dibulatkan keatas).

15. FAS yang disesuaikan yaitu dilakukan penyesuaian nilai FAS.

16. Persen agregat halus

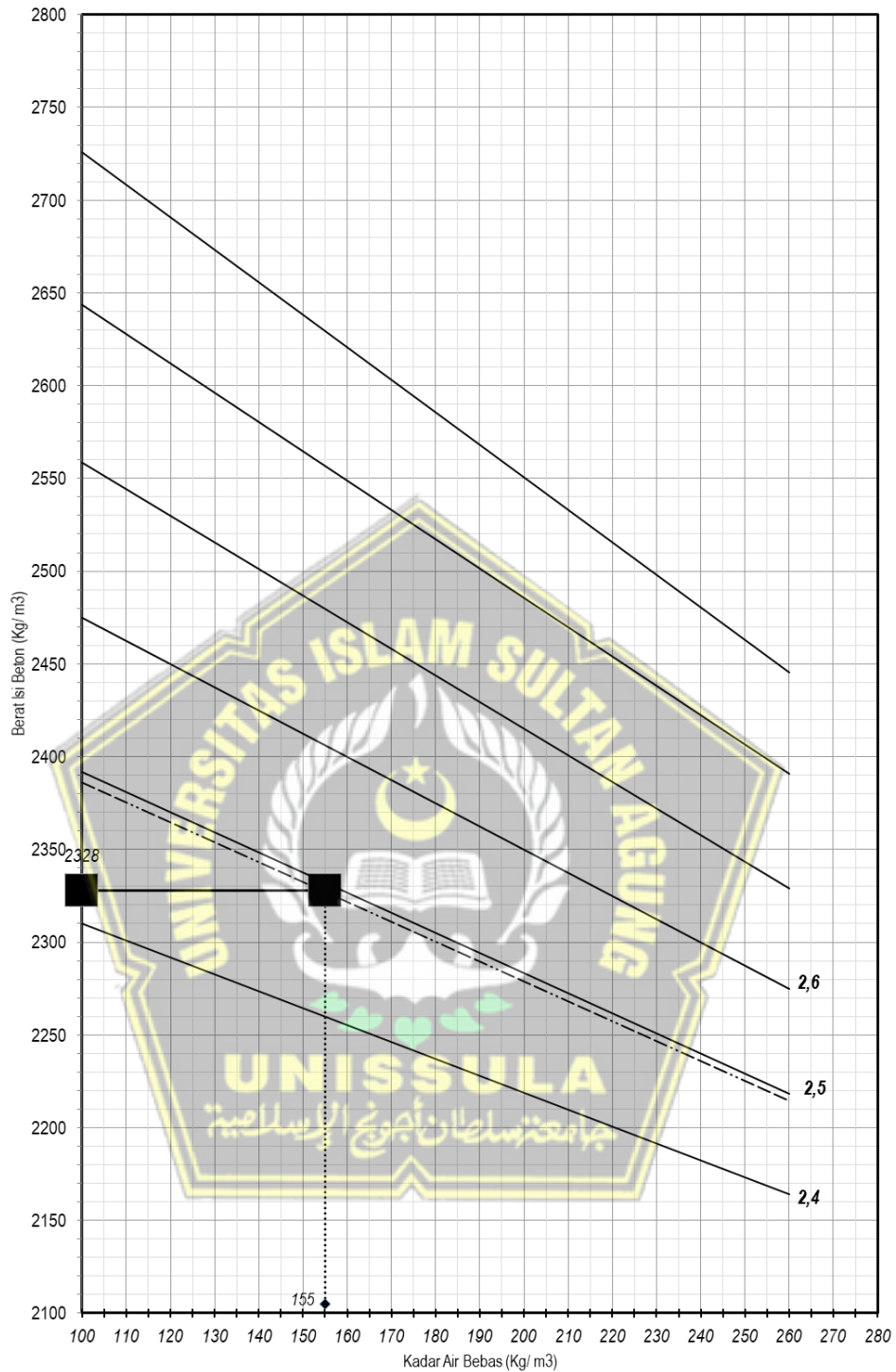
Berdasarkan ukuran maksimum agregat = 20 mm dengan *slump test* = 60 - 180 mm, FAS = 0,4 serta gradasi agregat halus pada zona 2. Maka diperoleh dari grafik presentase agregat halus 40%.

17. Persen agregat kasar = $100\% - \text{persen agregat halus} = 100\% - 40\% = 60\%$

18. Berat jenis agregat gabungan (berat jenis SSD total campuran)

= (% agregat halus x BJ agregat halus rencana) + (% agregat kasar x BJ agregat kasar rencana) = $(40\% \times 2,551) + (60\% \times 2,625) = 2,492 \text{ kg/m}^3$

19. Berat isi beton = 2328 kg/m^3 (diketahui dari perhitungan tabel)



Gambar 4.5. Perkiraan Berat Isi Beton

20. Kadar agregat gabungan

$$= \text{Berat isi beton} - \text{kadar semen} - \text{kadar air bebas} = 2328 - 385 - 210 = 1788 \text{ kg/m}^3$$

21. Kadar agregat halus

$$= \% \text{ agregat halus} \times \text{kadar agregat gabungan} = 40\% \times 1788 = 715 \text{ kg}$$

22. Kadar agregat kasar

$$= \text{kadar agregat gabungan} - \text{kadar agregat halus} = 1788 - 715 = 1073 \text{ kg/m}^3$$

Maka dari perhitungan *mix desain* tersebut didapatkan sebagai berikut :

Semen (Kg)	Agregat Halus (Kg)	Agregat Kasar (Kg)	Air (Kg)
385	715	1073	155

Proporsi perbandingan campuran = 1 : 1,9 : 2,8 : 0,4

$$\text{Diketahui volume silinder} = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,15^2 \times 0,3 = 0,0053 \text{ m}^3$$

$$\text{Jadi } 0,0053 \text{ m}^3 \times \text{factor safety} = 0,0053 \text{ m}^3 \times 1,2 = 0,00636 \text{ m}^3$$

Maka *mix desain* beton FAS 0,4 sebagai berikut :

Tabel 4.11. *Mix Desain* Beton untuk Benda Uji Silinder

No	Variasi		Semen (kg)	Air (kg)	Agregat halus (kg)	Agregat kasar (kg)	PET		SP		Jumlah
	PET	SP									
							%		%		
1	0%	0%	385	155	715	1073	0	0	0	0	2.328
2	0%	0,5%	385	155	715	1073	0	0	0,5	1,925	2.330
3	2%	0%	385	155	715	1073	2	14,3	0	0	2.344
4	2%	0,5%	385	155	715	1073	2	14,3	0,5	1,925	2.347
5	3%	0%	385	155	715	1073	3	21,45	0	0	2.352
6	3%	0,5%	385	155	715	1073	3	21,45	0,5	1,925	2.355
7	4%	0%	385	155	715	1073	4	28,6	0	0	2.361
8	4%	0,5%	385	155	715	1073	4	28,6	0,5	1,925	2.363

(Sumber : Data Perhitungan)

Pada tabel 4.11. memperlihatkan perbandingan desain untuk setiap variasi dalam komposisi beton yang digunakan untuk benda uji silinder. Dengan hasil perhitungan menggunakan volume masing – masing benda uji. Perhitungan kandungan *superplasticizer* didasarkan pada hasil perkalian kadar bahan aditif dengan semen per 1 m³.

Pada tabel 4.11. juga menunjukkan presentase penambahan PET yang berbeda pada masing – masing variasi *mix desain* yang berbeda mulai dari *mix desain* 1

dengan penambahan bahan PET 0% dan *superplasticizer* 0%, *mix desain* 2 dengan penambahan bahan PET 0% dan *superplasticizer* 0,5%, *mix desain* 3 dengan penambahan bahan PET 2% dan *superplasticizer* 0%, *mix desain* 4 dengan penambahan bahan PET 2% dan *superplasticizer* 0,5% *mix desain* 5 dengan penambahan bahan PET 3% dan *superplasticizer* 0%, *mix desain* 6 dengan penambahan bahan PET 3% dan *superplasticizer* 0,5%, *mix desain* 7 dengan penambahan bahan PET 4% dan *superplasticizer* 0%, *mix desain* 8 dengan penambahan bahan PET 4% dan *superplasticizer* 0,5%.

Jumlah kadar *superplasticizer* dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\text{Superplasticizer} = \frac{\text{Kadar superplasticizer}}{100} \times \text{Berat agregat halus}$$

Dengan contoh perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Superplasticizer} &= \frac{0,5}{100} \times 385 \\ &= 1,925 \text{ ml} \end{aligned}$$

Jumlah prosentase penambahan PET maupun *superplasticizer* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

- *Mix desain* 1 dengan bahan tambah PET 0% dan *Superplasticizer* 0%

$$\text{PET} = \frac{0}{100} \times 715 = 0 \text{ kg}$$

$$\text{Superplasticizer} = \frac{0}{100} \times 385 = 0 \text{ kg}$$

- *Mix desain* 2 dengan bahan tambah PET 0% dan *Superplasticizer* 0,5%

$$\text{PET} = \frac{0}{100} \times 715 = 0 \text{ kg}$$

$$\text{Superplasticizer} = \frac{0,5}{100} \times 385 = 1,925 \text{ ml}$$

- *Mix desain* 3 dengan bahan tambah PET 2% dan *Superplasticizer* 0%

$$\text{PET} = \frac{2}{100} \times 715 = 14,3 \text{ kg}$$

$$\text{Superplasticizer} = \frac{0}{100} \times 385 = 0 \text{ kg}$$

- *Mix desain* 4 dengan bahan tambah PET 2% dan *Superplasticizer* 0,5%

$$\text{PET} = \frac{2}{100} \times 715 = 14,3 \text{ kg}$$

$$\text{Superplasticizer} = \frac{0,5}{100} \times 385 = 1,925 \text{ ml}$$

- *Mix desain 5* dengan bahan tambah PET 3% dan *Superplasticizer* 0%

$$\text{PET} = \frac{3}{100} \times 715 = 21,45 \text{ kg}$$

$$\text{Superplasticizer} = \frac{0}{100} \times 385 = 0 \text{ kg}$$
- *Mix desain 6* dengan bahan tambah PET 3% dan *Superplasticizer* 0,5%

$$\text{PET} = \frac{3}{100} \times 715 = 21,45 \text{ kg}$$

$$\text{Superplasticizer} = \frac{0,5}{100} \times 385 = 1,925 \text{ ml}$$
- *Mix desain 7* dengan bahan tambah PET 4% dan *Superplasticizer* 0%

$$\text{PET} = \frac{4}{100} \times 715 = 28,6 \text{ kg}$$

$$\text{Superplasticizer} = \frac{0}{100} \times 385 = 0 \text{ kg}$$
- *Mix desain 8* dengan bahan tambah PET 4% dan *Superplasticizer* 0,5%

$$\text{PET} = \frac{4}{100} \times 715 = 28,6 \text{ kg}$$

$$\text{Superplasticizer} = \frac{0,5}{100} \times 385 = 1,925 \text{ ml}$$

Jadi Kebutuhan bahan untuk 1 benda uji silinder dengan FAS 0,4
 = Berat bahan x 0,00636
 Sehingga mendapatkan :

Tabel 4.12. *Mix Desain Beton* untuk Kebutuhan 1 Benda Uji Silinder

No	Variasi		Semen (kg)	Air (kg)	Agregat halus (kg)	Agregat kasar (kg)	PET (kg)	SP (kg)
	PET	SP						
1	0%	0%	2,449	0,986	4,547	6,824	0	0
2	0%	0,5%	2,449	0,986	4,547	6,824	0	0,012
3	2%	0%	2,449	0,986	4,547	6,824	0,091	0
4	2%	0,5%	2,449	0,986	4,547	6,824	0,136	0
5	3%	0%	2,449	0,986	4,547	6,824	0,182	0
6	3%	0,5%	2,449	0,986	4,547	6,824	0,091	0,12
7	4%	0%	2,449	0,986	4,547	6,824	0,136	0,12
8	4%	0,5%	2,449	0,986	4,547	6,824	0,182	0,12

(Sumber : Data Perhitungan)

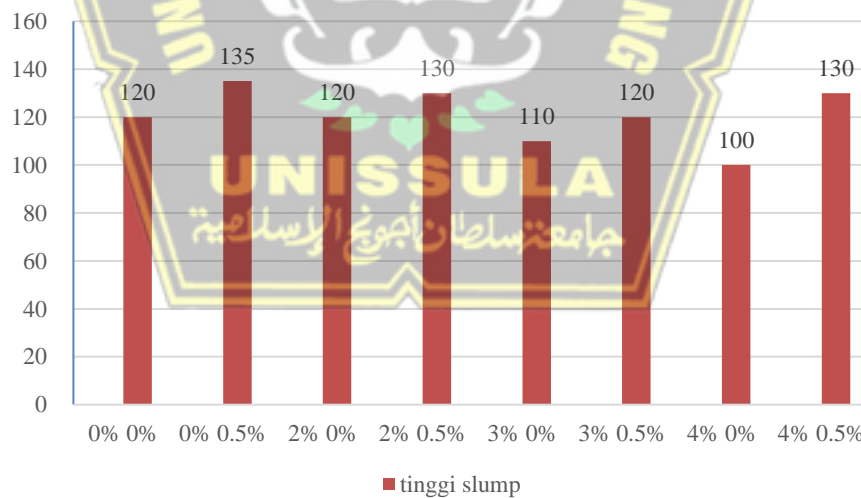
4.3. Pengujian Nilai *Slump Test* Benda Uji Beton

Tes paling umum yang digunakan dalam pengujian kelecakan beton. Pengujian ini untuk menyelidiki perubahan kadar air. Hasil pengujian nilai *slump test* yang ditargetkan antara 60 - 180 mm. hasil *slump test* pada benda uji adalah :

Tabel 4.13. Hasil Pengujian Nilai *Slump Test* Beton

No	PET	SP	Tinggi <i>Slump</i>	Keterangan
1	0%	0%	120,00	Memenuhi
2	0%	0.5%	135,00	Memenuhi
3	2%	0%	120,00	Memenuhi
4	2%	0.5%	130,00	Memenuhi
5	3%	0%	110,00	Memenuhi
6	3%	0.5%	120,00	Memenuhi
7	4%	0%	100,00	Memenuhi
8	4%	0.5%	130,00	Memenuhi

(Sumber : Hasil Penelitian)



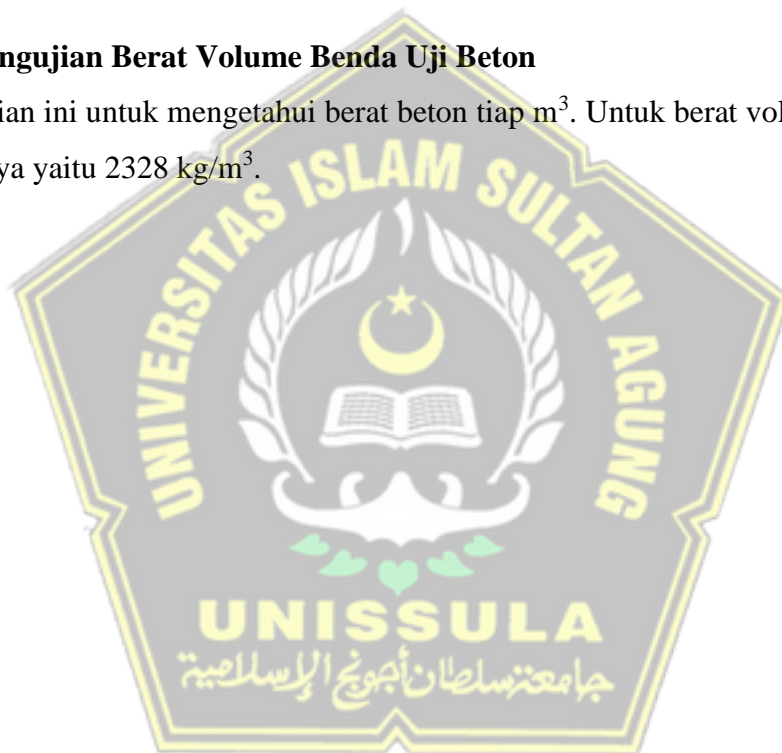
Gambar 4.6. Grafik Perbandingan Nilai *Slump Test*

Slump test diatas menunjukkan nilai *workability* pada campuran benda uji beton. Pada hasil pengujian *slump test* diatas terdapat nilai *slump test* yang tertinggi yaitu pada 135 mm. Diketahui nilai *slump test* seiring dengan bertambahnya PET

semakin menurun. Namun jika penambahan PET di kombinasikan dengan penambahan *superplasticizer* maka mendapatkan nilai *slump* yang relatif lebih besar karena menurut sweamy (1989) mengatakan bahwa pemakaian *superplasticizer* akan meningkatkan *workability* hingga 12%. Kemudian kombinasi perencanaan FAS yang rendah disertai penggunaan *superplasticizer* akan membuat beton lebih kohesif dan mempunyai sifat mengalir yang lebih baik, sehingga kemungkinan *bleeding* (naiknya air pada permukaan beton segar) dan *segregasi* (pemisahan dari bahan campuran beton yaitu kecenderungan butir-butiran lepas dari campuran beton) semakin kecil.

4.4. Pengujian Berat Volume Benda Uji Beton

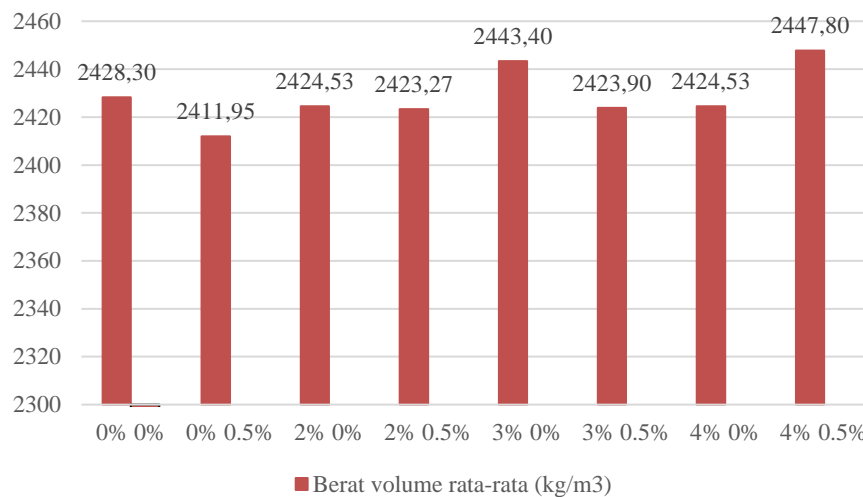
Pengujian ini untuk mengetahui berat beton tiap m^3 . Untuk berat volumue rencana betonnya yaitu $2328 \text{ kg}/m^3$.



Tabel 4.14. Hasil Pengujian Berat Volume Beton

No. Sampel	Variasi		Diameter rata-rata (mm)	Tinggi (mm)	Berat Benda Uji Basah (gram)	Berat Volume (kg/m ³)	Berat Volume (kg/m ³)
	PET	SP					
BA 1	0%	0%	150,20	300,00	12,81	2416,98	2428,30
BA 2	0%	0%	150,13	300,12	1286	2426,42	
BA 3	0%	0%	150,10	300,10	1294	2441,51	
BB 1	0%	0.5%	150,02	300,10	1283	2420,75	2411,95
BB 2	0%	0.5%	150,30	300,00	1282	2418,87	
BB 3	0%	0.5%	150,00	300,12	1270	2496,23	
BC 1	2%	0%	149,90	300,01	1264	2484,91	2424,53
BC 2	2%	0%	150,10	300,00	1303	2458,49	
BC 3	2%	0%	150,50	300,04	1288	2430,19	
BD 1	2%	0.5%	150,00	300,05	1280	2415,09	2423,27
BD 2	2%	0.5%	150,80	300,06	1288	2430,19	
BD 3	2%	0.5%	150,20	300,00	1285	2424,53	
BE 1	3%	0%	150,01	300,00	1291	2435,85	2443,40
BE 2	3%	0%	150,20	300,14	1304	2460,38	
BE 3	3%	0%	149,60	300,07	1290	2433,96	
BF 1	3%	0.5%	150,06	300,03	1286	2426,42	2423,90
BF 2	3%	0.5%	150,30	300,00	1292	2437,74	
BF 3	3%	0.5%	150,12	300,14	1276	2407,55	
BG 1	4%	0%	150,00	300,05	1270	2496,23	2424,53
BG 2	4%	0%	149,45	300,00	1296	2445,28	
BG 3	4%	0%	150,30	300,00	1289	2432,08	
BH 1	4%	0.5%	150,17	300,00	1288	2430,19	2447,80
BH 2	4%	0.5%	150,22	300,10	1296	2445,28	
BH 3	4%	0.5%	150,00	300,02	1308	2467,92	

(Sumber : Hasil Penelitian)



Gambar 4.7. Grafik Perbandingan Berat Volume Beton

Gambar 4.7. Menunjukkan bahwa semakin besar prosentase PET sebagai adhisi untuk pengganti agregat halus maka menambah berat volume. Menurut SNI 2002 03-2834-2000, beton mempunyai berat jenis antara 2200 dan 2500 kg/m³. Artinya setiap benda uji dapat memenuhi persyaratan beton biasa.

4.5. Pengujian Penyerapan Air /Absorpsi Pada Benda Uji Beton

Pengujian penyerapan air ini merupakan pengujian yang dilakukan dengan menimbang berat beton saat kondisi kering awal dan berat basah setelah dilakukan proses perendaman. Untuk menghitung penyerapan air, gunakan rumus berikut:

$$\text{Penyerapan air} = \frac{m_j - m_k}{m_k} \times 100\%$$

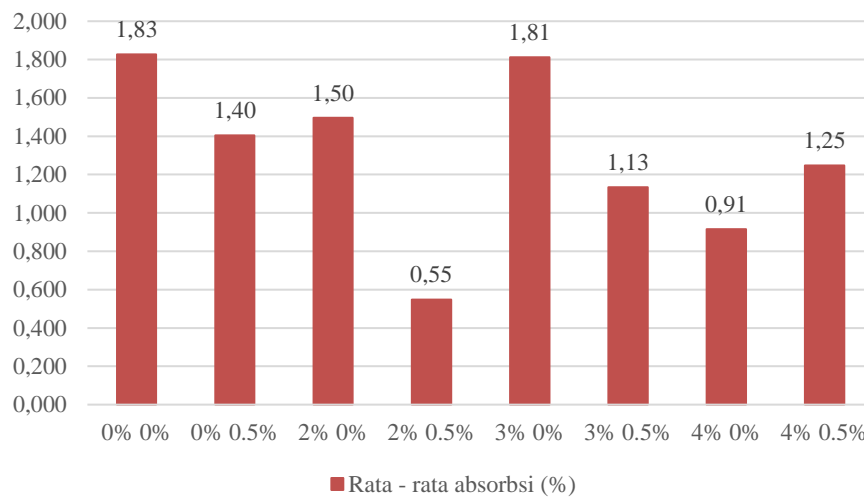
Dengan m_k = massa sampel benda uji kering (gram)

m_j = massa sampel setelah proses perendaman dalam air (gram)

Tabel 4.15. Hasil Pengujian Penyerapan Air Beton

No. Sampel	Variasi		Berat Benda Uji Kering (gram)	Berat Benda Uji Basah (gram)	Absorpsi (%)	Rata – rata (%)
	PET	SP				
BA 1	0%	0%	1246	1281	2,81	1,83
BA 2	0%	0%	1270	1286	1,26	
BA 3	0%	0%	1276	1294	1,41	
BB 1	0%	0.5%	1272	1283	0,86	1,40
BB 2	0%	0.5%	1262	1282	1,58	
BB 3	0%	0.5%	1248	1270	1,76	
BC 1	2%	0%	1255	1264	0,72	1,50
BC 2	2%	0%	1276	1303	2,12	
BC 3	2%	0%	1267	1288	1,66	
BD 1	2%	0.5%	1277	1280	0,23	0,55
BD 2	2%	0.5%	1277	1288	0,86	
BD 3	2%	0.5%	1278	1285	0,55	
BE 1	3%	0%	1280	1291	0,86	1,81
BE 2	3%	0%	1268	1304	2,84	
BE 3	3%	0%	1268	1290	1,74	
BF 1	3%	0.5%	1260	1286	2,06	1,13
BF 2	3%	0.5%	1286	1292	0,47	
BF 3	3%	0.5%	1265	1276	0,87	
BG 1	4%	0%	1264	1270	0,47	0,92
BG 2	4%	0%	1278	1296	1,41	
BG 3	4%	0%	1278	1289	0,86	
BH 1	4%	0.5%	1274	1288	1,10	1,25
BH 2	4%	0.5%	1284	1296	0,93	
BH 3	4%	0.5%	1286	1308	1,71	

(Sumber : Hasil Penelitian)



Gambar 4.8. Grafik Penyerapan Air Beton

Menurut SNI 03-2914-1990, penyerapan air pada beton maximum yaitu 10%. Berdasarkan hasil pengujian di atas menunjukkan rata-rata penyerapan air tertinggi 1,826%, maka penyerapan air pada benda uji memenuhi persyaratan.

4.6. Pengujian Kuat Tekan Beton

Ketika mesin diberi beban tertentu, maka mesin uji kompresi (CTM) pada uji kuat tekan silinder menghasilkan nilai tegangan tertinggi pada penampang sehingga merusak benda uji. Sebuah silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm digunakan sebagai benda uji. Delapan versi berbeda dari objek uji penelitian dibuat, dengan tiga sampel di setiap variasi. Telah dilakukan pengujian kuat tekan pada masing-masing sampel, dengan rencana pengujian satu sampel selama 7 hari dan dua sampel selama 28 hari. Belerang harus diaplikasikan pada benda uji untuk membuat lapisan penutup sebelum pengujian dapat dilakukan (*capping*). Ketika uji kuat tekan dilakukan, penutup dipasang pada beton untuk memastikan bahwa beban aksial didistribusikan secara merata di sepanjang bidang tekan beton.

4.6.1. Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari

Berikut didapatkan hasil pengujian kuat tekan beton umur 7 hari dengan masing - masing 1 sampel per variasi campuran beton.

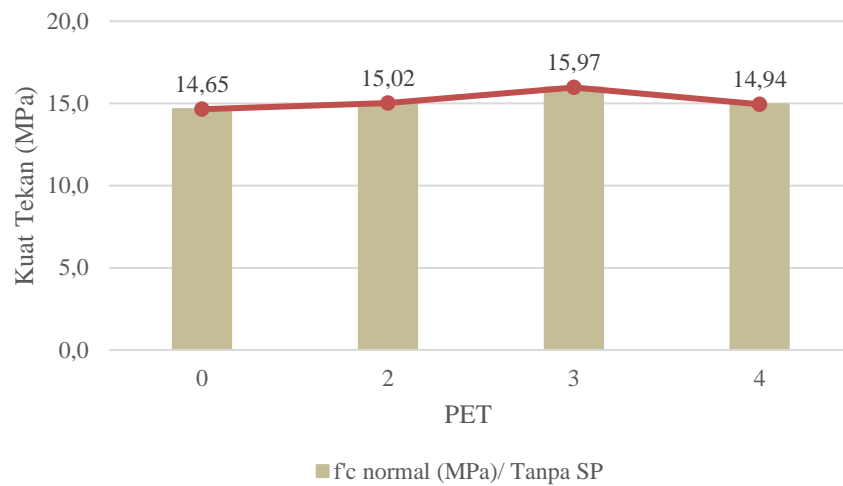
Tabel 4.16. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari

No	Variasi		Beban Maximum (kN)	Kuat Tekan (MPa)
	PET	SP		
1	0%	0%	259,00	14,65
2	0%	0,5%	294,53	16,67
3	2%	0%	268,68	15,02
4	2%	0,5%	338,47	19,15
5	3%	0%	274,10	15,97
6	3%	0,5%	373,03	21,19
7	4%	0%	264,06	14,94
8	4%	0,5%	308,89	17,53

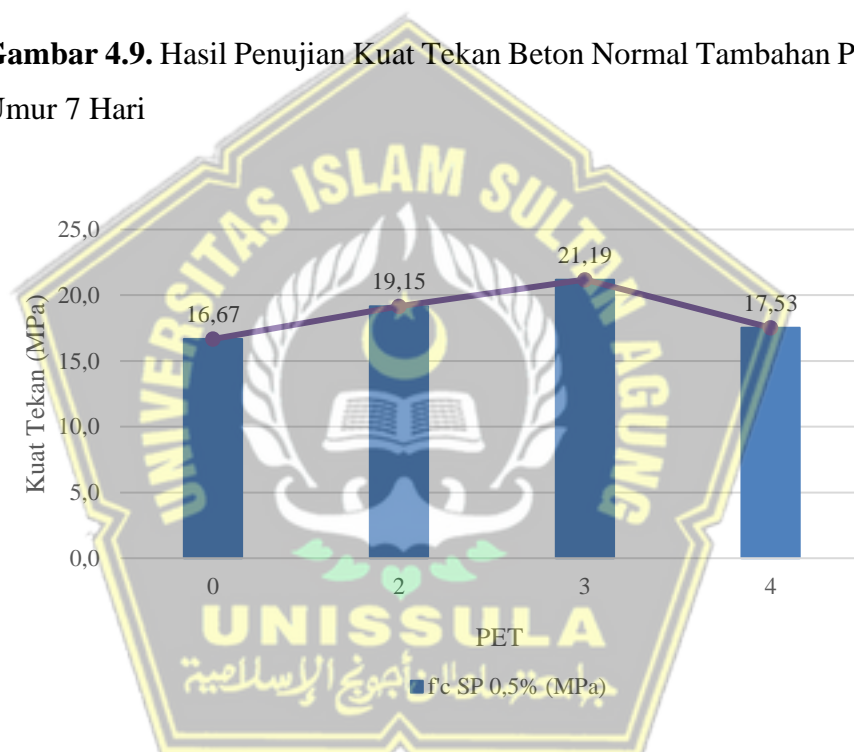
(Sumber : Hasil Penelitian)

Tabel 4.17. Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal dengan PET dan Superplasticizer 0,5% Pada Umur 7 Hari

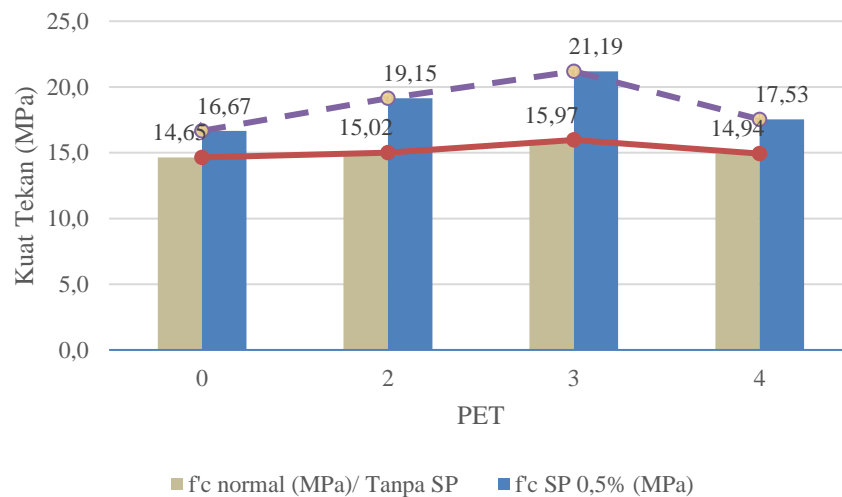
PET	$f'c$ Normal (MPa) Tanpa SP	$f'c$ SP 0,5% (MPa)	$\frac{f'c \text{ SP}}{f'c \text{ Normal}}$
0%	14,65	16,67	1,14
2%	15,02	19,15	1,28
3%	15,97	21,19	1,33
4%	14,94	17,53	1,17



Gambar 4.9. Hasil Penujian Kuat Tekan Beton Normal Tambahan PET Umur 7 Hari



Gambar 4.10. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton dengan Tambahan PET dan *Superplasticizer* 0,5% Umur 7 Hari



Gambar 4.11. Perbandingan Kuat Tekan Antara Beton Normal dengan PET dan Beton dengan Tambah PET + *Superplasticizer* 0,5% Umur 7 Hari

Berdasarkan hasil penujian kuat tekan beton umur 7 hari yang paling optimum yaitu variasi PET 3% dan *Superplasticizer* 0,5% dengan kuat tekan 21,189 MPa. Kuat tekan pada beton campuran 0% - 3% mengalami peningkatan seiring bertambahnya PET, namun pada campuran PET 4% beton mengalami penurunan kuat tekan. Hasil dari beton campuran PET menunjukkan nilai kuat tekan yang lebih besar dibanding beton normal. Namun, beton yang dibuat dengan campuran PET dan superplasticizer 0,5% memiliki kekuatan tekan yang jauh lebih besar daripada beton yang dibuat hanya dengan campuran PET. Sebab beton dengan bahan tambah *superplasticizer* dapat meningkatkan nilai *workability* untuk menjamin kuat lekat yang tinggi, kemudian beton dengan *superplasticizer* juga mengalami kepadatan yang lebih baik karena memungkinkan nilai permeabilitasnya rendah dengan ketahanan memadai terhadap kondisi udara sekitar.

Kemudian dari hasil kuat tekan beton umur 7 hari tersebut bisa menjadi acuan untuk mengetahui hasil dari JMF (*Job Mix Formula*) apakah sudah mencapai mutu rencana kuat tekan beton umur 28 hari. Untuk mengecek hal tersebut bisa menggunakan faktor konvensi dari PBI yaitu kuat tekan beton sampel pada umur 7 hari dikali 0,7 untuk mengetahui kuat tekan beton sampel pada umur 28 hari sudah sesuai rencana atau belum.

4.6.2. Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

Menurut SNI 1974:2011 tentang cara uji teekan beton silinder. Benda uji dilakukan perawatan kemudian ditimbang dan diukur diameter dan ketinggiannya dan dilakukan proses *capping* untuk membuat permukaan yang rata dan datar pada silinder beton. Karena beton akan mencapai kekuatan sekitar 99% dan akan terus bertambah kekuatannya selama penggunaan, beton dievaluasi setelah 28 hari. Jadi, 28 hari merupakan norma kuat tekan beton.

Berikut hasil kuat tekan beton umur 28 hari:

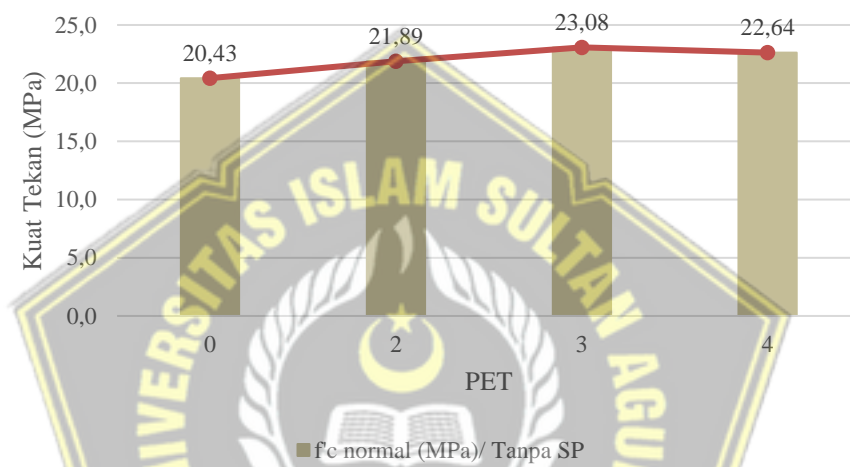
Tabel 4.18. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

No. Sampel	Variasi		Beban Maximum (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan rata – rata (MPa)
	PET	SP			
BA 1	0%	0%	357,86	20,24	20,43
BA 2	0%	0%	360,72	20,63	
BB 1	0%	0.5%	416,30	23,55	23,35
BB 2	0%	0.5%	409,28	23,16	
BC 1	2%	0%	373,03	21,19	21,89
BC 2	2%	0%	382,04	22,59	
BD 1	2%	0.5%	511,19	28,92	27,47
BD 2	2%	0.5%	459,96	26,03	
BE 1	3%	0%	395,06	22,35	23,08
BE 2	3%	0%	420,86	23,81	
BF 1	3%	0.5%	536,10	30,33	30,68
BF 2	3%	0.5%	548,56	31,04	
BG 1	4%	0%	387,57	21,92	22,64
BG 2	4%	0%	412,74	23,35	
BH 1	4%	0%	442,09	24,30	25,05
BH 2	4%	0.5%	455,80	25,79	

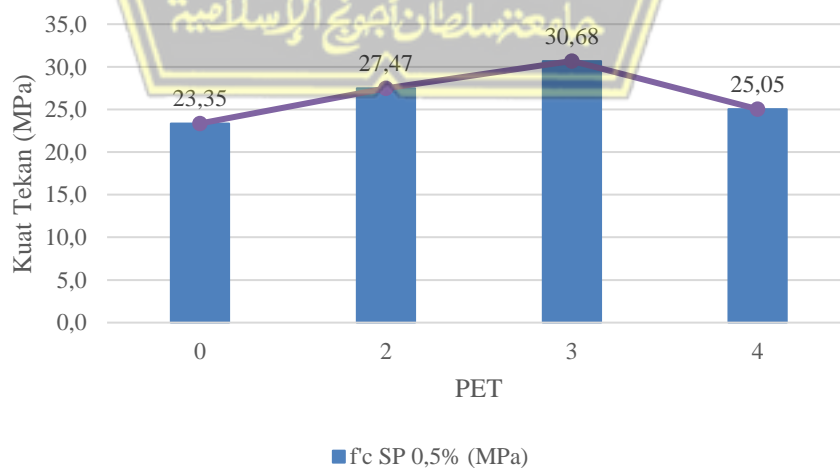
(Sumber : Hasil Penelitian)

Tabel 4.19. Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal dengan PET dan *Superplasticizer* 0,5% Umur 28 Hari

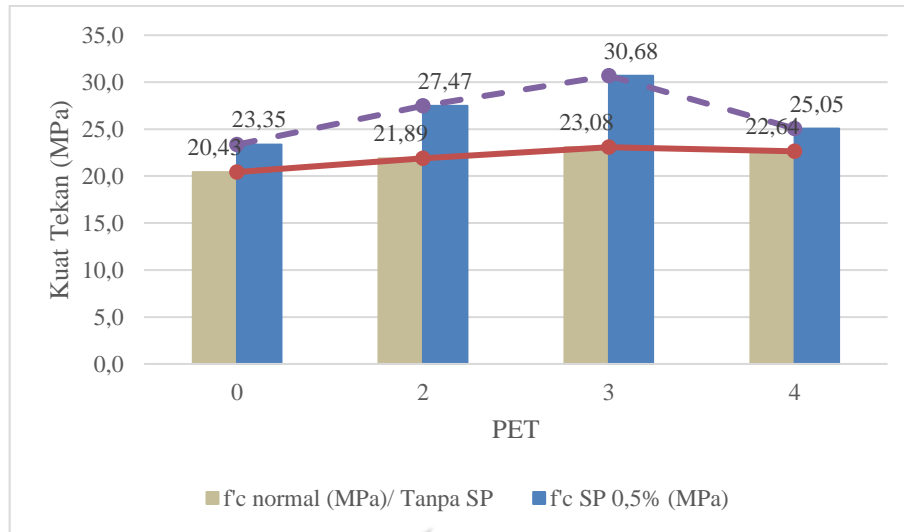
PET	$f'c$ Normal (MPa)/ Tanpa SP	$f'c$ SP 0,5% (MPa)	$\frac{f'c \text{ SP}}{f'c \text{ Normal}}$
0%	20,43	23,35	1,14
2%	21,89	27,47	1,26
3%	23,08	30,68	1,33
4%	22,64	25,04	1,11



Gambar 4.12. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal Tambahan PET Umur 28 Hari



Gambar 4.13. Hasil Pengujian Kuat Teakan Beton dengan Tambahan PET dan *Superplasticizer* 0,5% Umur 28 Hari



Gambar 4.14. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Antara Beton Normal dengan PET dan Beton dengan Tambahan PET + Superplasticizer 0,5% Umur 28 Hari

Variasi yang paling optimum dengan rata-rata kuat tekan beton sebesar 30,684 MPa adalah PET 3% dan *superplasticizer* 0,5%, berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton setelah umur 28 hari. Kuat tekan beton meningkat pada kadar PET 0%, 2%, dan 3%, baik dengan maupun tanpa *superplasticizer* 0,5%; Namun pada PET 4%, kuat tekan beton menurun. Untuk penambahan PET kadar 0%, 2%, dan 3% saja tanpa disertai *superplasticizer* kuat tekan beton meningkat namun tidak sebesar jika dengan penambahan *superplasticizer* 0,5%.

Hasil dari pengujian beton normal PET dengan SP (*superplasticizer*) lebih signifikan peningkatannya dibandingkan beton normal PET tanpa SP. Beton dengan umur 28 hari tanpa SP menunjukkan peningkatan sebesar 3% sedangkan beton dengan umur 28 hari bahan tambah PET dan SP 0,5% menunjukkan peningkatan lebih besar yaitu dengan prosentase 6,88%.

Untuk perbandingan kuat tekan beton normal campuran PET dan beton normal campuran PET serta *superplasticizer* 0,5% umur 28 hari, dengan hasil untuk beton normal dengan PET didapatkan kuat tekan optimumnya yaitu 23,08 MPa. Sedangkan untuk beton normal campuran PET serta *superplasticizer* 0,5% dengan kuat optimum yang lebih bagus yaitu 30,68 MPa dengan nilai perbandingan 1,33.

Pengaruh penambahan plastik PET terhadap kuat tekan beton adalah semakin besar prosentase yang ditambahkan akan mengakibatkan kuat tekan beton menurun karena sifat plastik yang licin. Sehingga dalam jumlah banyak plastik tidak akan terikat oleh semen dengan baik. Kemudian sifat tahan air pada plastic menyebabkan sulitnya daya serap air.

Superplasticizer meningkatkan kemampuan kerja beton segar, yang mengencerkan beton sehingga pasta semen dapat mengisi pori-pori agregat dan melepaskan udara yang terperangkap. Hal ini berdampak pada kuat tekan beton. Kemampuan kerja yang tinggi meningkatkan kekakuan dan kekuatan beton tanpa menurunkan sifat beton keras. Namun jika penambahan *superplasticizer* dengan dosis yang tinggi atau lebih banyak dapat menimbulkan kekuatan beton justru berkurang. *Superplasticizer* juga dapat membuat beton dengan permeabilitas berkurang, atau kedap udara lebih besar, dengan menggunakan lebih sedikit udara dan semen. *Superplasticizer* yang tinggi juga menyebabkan beton lebih cepat menggumpal dan relatif cepat kehilangan *slump* karena melampaui titik jenuh, sehingga menghambat proses hidrasi beton dan menyebabkan *segregasi* pada beton pada saat *curing* (pemisahan antara pasta semen dengan agregat). *Superplasticizer* ini mampu mengurangi kebutuhan air sampai 12% atau bahkan lebih karena termasuk zat admixture tipe F yaitu *High Range Water Reducer*. Dengan berkurangnya penggunaan air (Faktor Air semen) membuat kuat tekan menjadi lebih tinggi diumur – awal hingga target umur rencana.

Kekuatan suatu beton juga dipengaruhi oleh hubungan antara umur beton dengan kuat tekannya. Peningkatan yang signifikan ini disebabkan oleh terhambatnya proses hidrasi beton, hal ini dapat diatasi dengan mengolah campuran komponen-komponen dalam beton dalam jangka waktu yang lebih lama hingga terhidrasi sempurna.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari pemeriksaan dan pembahasan benda uji silinder beton adalah sebagai berikut:

1. Dari penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan campuran plastik PET dan *superplasticizer* dalam pembuatan beton dapat meningkatkan sifat mekanis pada beton diantaranya nilai slump test beton campuran PET dan *superplasticizer* lebih besar dibandingkan beton normal, berat volume beton campuran PET dan *superplasticizer* lebih tinggi dibandingkan beton normal serta pada kuat tekan beton campuran PET dan *superplasticizer* lebih tinggi dibandingkan beton normal.
2. Pengujian ini menunjukkan peningkatan yang cukup signifikan pada kuat tekan beton normal PET dengan penambahan *superplasticizer* dibandingkan dengan beton normal PET tanpa *superplasticizer*. Pada umur 28 hari, peningkatan beton normal PET tanpa SP adalah 3%, sementara beton dengan penambahan PET dan SP 0,5%, peningkatan mencapai 6,88%. Kuat tekan optimum beton normal dengan PET adalah 23,08 MPa, sedangkan kuat tekan beton campuran PET dengan SP 0,5% memberikan kuat tekan optimum 30,68 MPa dengan perbandingan 1,33.

5.2. Saran

1. Untuk material penyusun beton sebaiknya diperhatikan kondisi materialnya, disarankan kualitas yang bagus dan sesuai SNI.
2. Pastikan ratio PET dan *superplasticizer* dalam campuran beton disesuaikan secara akurat proposi sehingga tidak mempengaruhi kekuatan dan durabilitas.
3. Disarankan agar pencampuran dan pengadukan adonan beton dilakukan untuk satu benda uji pada satu waktu, bukan dua atau tiga sekaligus, untuk memastikan konsistensi takaran yang sama di setiap adonan sehingga mendapatkan kuat tekan yang direncanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Belakang, A. L., Penelitian, B. T., & Penelitian, C. M. (2018). PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH PLASTIK TERHADAP KUAT TEKAN MUTU BETON K-175 C . Semen Portland. 8(2), 68–75.
- Handayasari, I. (2017). Studi Alternatif Bahan Konstruksi Ramah Lingkungan Dengan Pemanfaatan Limbah Plastik Kemasan Air Mineral Pada Campuran Beton. *Jurnal Poli-Teknologi*, 16(1), 1–6.
- Isnawati. (2015). Pengaruh Penambahan Agregat Limbah Plastik Terhadap Kuat Tekan Beton. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952.
- Kamaliah, K., & Handayani, N. (2020). Pemanfaatan Limbah Plastik Jenis PET (Poly Ethylene Terephthalate) Pada Pembuatan Beton Mutu Rendah Di Kota Palangka Raya. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*, 5(1), 1–7.
- Wahyudi, Y., Indriani, A. M., & Utomo, G. (2023). ANALISIS KUAT TEKAN BETON MODIFIKASI POLYETHYLENE TEREPHTHALATE (PET).
- Wijaya, M. (2021). LIMBAH PLASTIK POLYETHYLENE TEREPHTHALATE (PET) SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT KASAR PADA CAMPURAN BETON RINGAN.
- Pratikto, P. (2011). Pemanfaatan Superplasticizer Pada Beton Ringan Struktural Beragregat Limbah Botol Plastik Jenis Pet (Poly Ethylene Terephthalate). *Jurnal Poli-Teknologi*, 10(1).
- Nasional, B. S. (1996). SNI 03-4142-1996: Metode pengujian jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan no. 200 (0,075 mm). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional, 6.
- Nasional, B. S. (2000). SNI 03-2834-2000: Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional, 36.
- Nasional, B. S. (2002). SNI 03-3449-2002: Tata cara pembuatan campuran beton ringan dengan agregat ringan. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional, 32.

- Nasional, B. S. (2008). SNI 1970-2008: Cara uji berat jenis dan penyerapan air. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional, 18.
- Nasional, B. S. (2008). SNI 1972-2008: Cara uji slump beton. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional, 11.
- Nasional, B. S. (2011). SNI 1971-2011: Cara uji kadar air total agregat dengan pengeringan. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional, 11.
- Nasional, B. S. (2011). SNI 1974-2011: Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder . Jakarta: Badan Standardisasi Nasional, 11.
- Nasional, B. S. (2011). SNI 2493-2011: Tata cara pembuatan dan perawatan benda uji beton di laboratorium. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional, 23.
- Nasional, B. S. (2011). SNI 4431-2008: Cara uji kuat lentur beton normal dengan dua titik pembebanan. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional, 16.
- Nasional, B. S. (2012). SNI ASTM C136-2012: Metode uji untuk analisis saringan agregat halus dan agregat kasar. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional, 24.
- Nasional, B. S. (2016). SNI 1969-2016: Metode uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional, 23.
- Sartika Nisumanti, D. H. (2016). Penggunaan Sika Viscocrete 3115 Untuk Memudahkan Pekerjaan (*workability* Beton Mutu Tinggi K.350 dan Kuat Tekan Beton). 4(3), 107-113.
- Supratikno, S., & Ratnanik, R. (2019). Pemanfaatan Limbah Plastik Sebagai Pengganti Agregat Kasar pada Adukan Beton. Jurnal Teknik Sipil ITP, 6(1), 21–29.