

**PENGARUH PENGGUNAAN *ORDINARY PORTLAND CEMENT* (OPC),
SEMEN MODIFIKASI JENIS III DAN JENIS IV, DAN *PORTLAND
COMPOSITE CEMENT* (PCC) TERHADAP KUAT TEKAN BETON**

(Skripsi)

Oleh

AQILLA REGITA PRAMESWARI TW

(1815011010)



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

**PENGARUH PENGGUNAAN *ORDINARY PORTLAND CEMENT* (OPC),
SEMEN MODIFIKASI JENIS III DAN JENIS IV, DAN *PORTLAND
COMPOSITE CEMENT* (PCC) TERHADAP KUAT TEKAN BETON**

Oleh

AQILLA REGITA PRAMEWARI TW

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

PENGARUH PENGGUNAAN *ORDINARY PORTLAND CEMENT* (OPC), SEMEN MODIFIKASI JENIS III DAN JENIS IV, DAN *PORTLAND COMPOSITE CEMENT* (PCC) TERHADAP KUAT TEKAN BETON

Oleh

Aqilla Regita Prameswari TW

Semen merupakan salah satu bahan utama dalam pembuatan beton. Semen berguna sebagai perekat hidrolis ketika dicampur dengan air. Berdasarkan perbedaan karakteristik penggunaan dan sifat pada semen, maka penelitian ini akan membahas mengenai pengaruh penggunaan semen OPC (jenis I), semen modifikasi (jenis III dan jenis IV), dan semen PCC untuk melihat bagaimana kuat tekan beton terhadap perkembangan umur beton dengan waktu pengujian beton berumur 3 hari, 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Metode penelitian yang akan dilakukan adalah studi eksperimental yang bertujuan untuk mendapatkan hasil perbandingan kuat tekan beton pada semen OPC dan semen PCC. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder (diameter 150 mm dan tinggi 300 mm) dengan sampel sebanyak 48 buah dengan 4 variasi yang masing-masing terdiri dari 3 sampel. Mutu beton yang direncanakan, yaitu 25 MPa. Kuat tekan beton terbesar pada umur 3 hari, 7 hari, 14 hari, dan 28 hari secara berturut diperoleh oleh semen OPC, semen modifikasi jenis III, semen PCC, dan semen modifikasi jenis III, sedangkan kuat tekan beton terkecil pada umur 3 hari, 7 hari, 14 hari, dan 28 hari diperoleh oleh semen modifikasi IV.

Kata kunci: semen, semen OPC, semen PCC, semen modifikasi, kuat tekan.

ABSTRACT

PENGARUH PENGGUNAAN *ORDINARY PORTLAND CEMENT* (OPC), SEMEN MODIFIKASI JENIS III DAN JENIS IV, DAN *PORTLAND COMPOSITE CEMENT* (PCC) TERHADAP KUAT TEKAN BETON

By

Aqilla Regita Pramewari TW

Cement is one of the main materials used in making concrete. Cement is useful as a hydraulic binder when mixed with water. Based on the differences in usage characteristics and properties of cement, this research will discuss the effect of using OPC cement (type I), modified cement (type III and type IV), and PCC cement to see how the compressive strength of concrete develops over time with testing periods of 3 days, 7 days, 14 days, and 28 days. The research method used is an experimental study aimed at obtaining a comparison of compressive strength of concrete using OPC and PCC cement. The test specimens used are cylindrical in shape (diameter 150 mm and height 300 mm) with a total of 48 samples with 4 variations, each consisting of 3 samples. The planned concrete quality is 25 MPa. The highest compressive strength of concrete at 3 days, 7 days, 14 days, and 28 days is obtained by OPC cement, modified cement type III, PCC cement, and modified cement type III, while the lowest compressive strength of concrete at 3 days, 7 days, 14 days, and 28 days is obtained by modified cement type IV.

Keywords: cement, OPC cement, PCC cement, modified cement, compressive strength.

Judul Skripsi : **PENGARUH PENGGUNAAN *ORDINARY PORTLAND CEMENT (OPC)*, SEMEN MODIFIKASI JENIS III DAN JENIS IV, DAN *PORTLAND COMPOSITE CEMENT (PCC)* TERHADAP KUAT TEKAN BETON**

Nama Mahasiswa : **Aqilla Regita Prameswari JW**

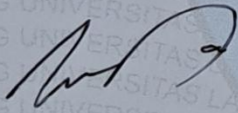
Nomor Pokok Mahasiswa : 1815011010

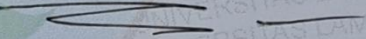
Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

MENYETUJUI

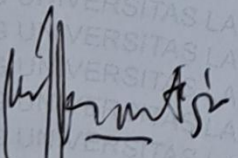
1. Komisi Pembimbing

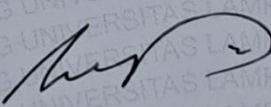

Ir. Laksmi Irianti, M.T.
NIP 19620408 198903 2 001


Ir. Surya Sebayang, M.T.
NIP 19850124 198703 1 001

2. Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil

3. Ketua Jurusan Teknik Sipil

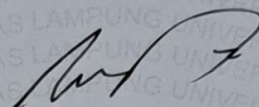

Muhammad Karami, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP 19720829 199802 1 001


Ir. Laksmi Irianti, M.T.
NIP 19620408 198903 2 001

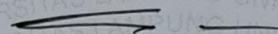
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

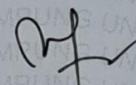
Ketua : Ir. Laksmi Irianti, M.T.



Sekretaris : Ir. Surya Sebayang, M.T.



**Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Eng. Mohd Isneini, S.T., M.T.**



2. Dekan Fakultas Teknik



Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. /
NIP 19750928 200112 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 31 Oktober 2023

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, adalah:

Nama : Aqilla Regita Prameswari TW

NPM : 1815011010

Prodi/jurusan : S1/Teknik Sipil

Fakultas : Teknik Universitas Lampung

Dengan ini menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebut dalam daftar pustaka.

Atas pertanyaan ini, apabila di kemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 31 Oktober 2023

Penulis,



Aqilla Regita Prameswari TW

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan pada tanggal 22 Juli 2000 di Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung. Penulis merupakan anak pertama dengan satu saudara dari pasangan Bapak Trinov Effendi dan Ibu Wassuharti. Penulis memiliki satu orang saudara, yaitu adik perempuan bernama Aura Rizkie Athaya Dwinov. Penulis memulai jenjang pendidikan taman kanak-kanak di TK Kartika II-6 yang diselesaikan pada tahun 2006, dilanjutkan pendidikan dasar di SD Kartika II-5 Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2012, kemudian melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 1 Bandar Lampung, yang diselesaikan pada tahun 2015, dan dilanjutkan ke pendidikan menengah atas di SMA Negeri 9 Bandar Lampung, penulis mengambil jurusan IPA dan selesai pada tahun 2018.

Pada tahun 2018, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Prodi S1 Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN. Selama menjadi mahasiswa, penulis berperan aktif di dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Lampung sebagai anggota Departemen Media Informasi periode 2019-2020, kemudian sebagai Departemen Penelitian dan Pengembangan pada periode 2020-2021.

Penulis pernah menjadi asisten dosen mata kuliah Ilmu Ukur Tanah. Penulis juga telah mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) periode I di Kelurahan Gunung Terang, Kecamatan Langkapura selama 40 hari, Februari-Maret 2021. Di tahun yang sama, penulis juga telah melakukan kerja praktik di Proyek Pembangunan Rumah Susun Universitas Lampung selama 3 bulan pada Agustus-November 2021. Penulis mengambil tugas akhir dengan judul “Pengaruh Penggunaan *Ordinary Portland Cement* (OPC), Semen Modifikasi Jenis III dan Jenis IV, dan *Portland Composite Cement* (PCC) Terhadap Kuat Tekan Beton.”

Persembahan

Alhamdulillahirobbilalamin

Puji dan syukur tercurahkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala Rahmat dan Karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad Shallallahu Alaihi Wasallam.

Kupersembahkan karya ini kepada:

Kedua Orang Tuaku Tercinta

Yang senantiasa memberikan yang terbaik, dan melantunkan do'a yang selalu menyertaiku. Kuucapkan pula terima kasih sebesar-besarnya karena telah mendidik dan membesarkanku dengan cara yang dipenuhi kasih sayang, dukungan, dan pengorbanan yang belum bisa terbalaskan.

Dosen Pembimbing dan Penguji

Yang sangat berjasa dan selalu memberikan ilmu dan motivasi dalam penyelesaian skripsi ini.

Seluruh Keluarga Besar Teknik Sipil Angkatan 2018

Yang selalu memberikan semangat dan dukungan.

Almamater Tercinta, Universitas Lampung dan Jurusan Teknik Sipil

Tempat bernaung mengemban semua ilmu untuk menjadi bekal hidup.

Motto

“Jangan biarkan kesulitan membuatmu gelisah, karena bagaimanapun juga hanya di malam yang paling gelap bintang-bintang tampak bersinar lebih terang.”

(Ali bin Abi Thalib)

“Baby steps still move you forward.”

(Unknown)

“If they don't know you **personally**, never take it **personally**.”

(Unknown)

“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)

SANWACANA

Puji Syukur penulis ucapkan karena dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Penggunaan *Ordinary Portland Cement* (OPC), Semen Modifikasi Jenis III dan Jenis IV, dan *Portland Composite Cement* (PCC) Terhadap Kuat Tekan Beton.” dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Universitas Lampung

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah berkontribusi dalam penulisan skripsi ini, yaitu:

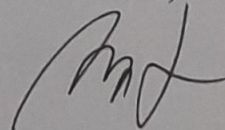
1. Allah SWT yang selalu memberikan petunjuk, kekuatan, kesabaran, dan pertolongan yang tiada henti, serta senantiasa memberikan berkah ilmu kepada setiap hamba-Nya.
2. Bapak Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
3. Ibu Ir. Laksmi Irianti, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung dan Pembimbing Utama yang telah memberikan ilmu pengetahuan, saran, kritik, semangat, dan bimbingan dalam penelitian ini.
4. Bapak Muhammad Karami, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
5. Bapak Ir. Surya Sebayang, M.T., selaku Pembimbing Kedua yang sudah memberikan banyak ilmu pengetahuan, saran, kritik, serta semangat dalam membimbing penelitian ini.
6. Bapak Dr. Eng. Mohd. Isneini, S.T., M.T., selaku Penguji yang telah memberikan saran, kritik, dan bimbingan dalam penelitian ini.
7. Ibu Vera Agustriana, S.T., M.T., Ph.D. selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan saran, kritik, dan bimbingan dalam akademik saya.

8. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung atas ilmu yang telah diberikan selama perkuliahan, serta seluruh karyawan jurusan atas bantuannya kepada penulis selama ini.
9. Kedua orang tua tercinta, Ibu Wassuharti dan Bapak Trinov Effendi dengan penuh kasih sayang, dan kesabaran dalam memberikan dorongan, dukungan, nasihat serta doa yang tidak pernah putus sehingga penulis dapat menyelesaikan segala proses perkuliahan, serta adik tersayang, Aura Rizkie Athaya Dwinov yang selalu menemani dan memberi dukungan untuk penulis.
10. Keluarga besar Balakiah dan Syamsudin yang telah memberikan dukungan serta doa demi lancarnya penulisan skripsi ini.
11. Anak Sholeha (Aisyah, Indun, Imel, Lulu, Nurul, dan Tutia) yang telah menemani dalam suka duka dan memberikan dukungan selama menempuh pendidikan di Teknik Sipil Universitas Lampung.
12. OSC'16, (Refan, Agani, Ara, Maha, Primas, Ulin, Fadhil, Zulfi, Nicky, Kiky, Jamal, Farhan, Fentia, Gilang, dan Almas) yang selalu menjadi pendengar dan menyemangati penulis.
13. Rekan-rekan Teknik Sipil Universitas Lampung Angkatan 2018 yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah memberikan masukan, kritikan, saran, serta doanya kepada saya selama ini.
14. PT Semen Baturaja yang sudah bersedia membantu memberikan sumbangsih material semen untuk kelancaran penelitian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan, baik dari isi maupun cara penyampaiannya. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan pengetahuan dan kemampuan penulis. Namun penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan ilmu baru dan membawa manfaat bagi pembaca.

Bandar Lampung, 31 Oktober 2023

Penulis,



Aqilla Regita Prameswari TW

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR GAMBAR	iii
DAFTAR TABEL	iv
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Beton.....	6
2.2. Bahan Penyusun Beton	7
2.3. <i>Superplasticizer</i>	12
2.4. <i>Retarder</i>	13
2.5. Kuat Tekan Beton	13
2.6. Penelitian Terkait	14
III. METODE PENELITIAN.....	18
3.1. Lokasi Penelitian	18
3.2. Diagram Alir Penelitian.....	18
3.3. Persiapan Alat dan Bahan.....	20
3.4. Pembuatan Benda Uji	24
3.5. Pengujian <i>Workability</i> Beton Segar.....	25
3.6. Perawatan Benda Uji (<i>Curing</i>)	26
3.7. Pelaksanaan <i>Capping</i>	26
3.8. Pengujian Benda Uji.....	27
3.9. Perhitungan dan Analisis Data	27
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1. Umum	28
4.2. Hasil Pengujian Sifat-Sifat Fisik Material.....	28

4.3. Kebutuhan Material Campuran Beton	29
4.4. Keleccakan (<i>Workability</i>)	30
4.5. Berat Volume Beton	31
4.6. Kuat Tekan Beton	32
V. KESIMPULAN DAN SARAN	37
5.1. Kesimpulan	37
5.2. Saran	38

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Diagram alir penelitian	19
2. Perbandingan berat volume beton	31
3. Perbandingan kuat tekan beton.....	33

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi dan Kode Benda Uji Persentase 1.....	4
2. Komposisi Kimia dan Fisika antara Semen OPC dan Semen PCC	9
3. Jumlah Benda Uji.....	24
4. Hasil Pemeriksaan Pengujian Material Penyusun Beton (Agregat Halus dan Agregat Kasar) Komposisi dan Kode Benda Uji Persentase 1	29
5. Komposisi Kebutuhan Material Bahan Campuran Beton per m ³	29
6. Hasil Uji <i>Slump Test</i>	30
7. Hasil Perhitungan Berat Volume Beton	31
8. Hasil Perhitungan Kuat Tekan Beton	33

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Beton digunakan menjadi salah satu bahan baku dalam konstruksi pembangunan gedung, jalan raya, bendungan, dan lainnya. Berdasarkan SNI 2847:2019, beton (*concrete*) merupakan campuran semen *portland* atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan (*admixture*).

Mengacu pada pengertian diatas menunjukkan bahwa semen merupakan salah satu bahan utama dalam pembuatan beton. Semen berguna sebagai perekat hidrolis ketika dicampur dengan air. Di Indonesia sendiri semen *portland* komposit (*Portland Composite Cement/PCC*) merupakan salah satu jenis semen yang sering digunakan. Namun sebelum maraknya penggunaan semen PCC di pasaran, penggunaan semen di Indonesia menggunakan semen *portland* (*Ordinary Portland Cement/OPC*).

Pengurangan penggunaan semen OPC dikarenakan proses pembuatan semen tersebut menghasilkan banyak gas CO₂ sehingga untuk mengurangi emisi gas rumah kaca produksi dari semen OPC dikurangi. Maka dari itu berbagai pihak mulai mengganti semen OPC menjadi semen PCC, karena dalam pembuatannya semen PCC lebih ramah lingkungan.

Semen PCC biasa digunakan dalam konstruksi umum seperti pekerjaan beton, pasangan bata, beton pracetak, dan lainnya, sedangkan berdasarkan SNI 15-2049-2004, semen *portland* dibagi menjadi 5 jenis, yaitu:

1. Jenis I, yaitu semen *portland* untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang diisyaratkan pada jenis-jenis lain.
2. Jenis II, yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
3. Jenis III, yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
4. Jenis IV, yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.
5. Jenis V, yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

Material yang digunakan berasal dari PT Semen Baturaja, yaitu semen OPC (jenis I) dan semen PCC, sedangkan karena keterbatasan material yang tersedia di pasaran, maka untuk semen jenis III akan menggunakan material yang diberikan zat tambahan yang memiliki karakteristik yang sama dengan sifat semen tersebut, yaitu penambahan zat *superplasticizer* untuk semen jenis III yang memiliki sifat cepat kering dan penambahan zat *retarder* untuk semen jenis IV yang memiliki sifat lambat kering.

Berdasarkan perbedaan karakteristik penggunaan dan sifat pada semen, maka penelitian ini akan membahas mengenai pengaruh penggunaan semen OPC (jenis I), semen modifikasi (jenis III dan jenis IV), dan semen PCC untuk melihat bagaimana kuat tekan beton terhadap perkembangan umur beton dengan waktu pengujian beton berumur 3 hari, 7 hari, 14 hari, dan 28 hari.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh perkembangan kuat tekan beton dengan penggunaan semen OPC (jenis I), semen modifikasi (jenis III dan jenis IV), dan semen PCC?
2. Bagaimana perbandingan kuat tekan beton dengan semen OPC (jenis I), semen modifikasi (jenis III dan jenis IV), dan semen PCC?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan semen OPC terhadap nilai kuat tekan beton terhadap perkembangan umur beton.
2. Untuk membandingkan kuat tekan beton semen OPC dan semen PCC.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Semen OPC (jenis I) dan semen PCC yang digunakan berasal dari PT Semen Baturaja.
2. Semen jenis III merupakan semen modifikasi percampuran semen PCC dan *superplasticizer*.
3. Semen jenis IV merupakan semen modifikasi percampuran semen PCC dan *retarder*.
4. Penelitian menggunakan benda uji yang berupa silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, dengan sampel 48 silinder beton dengan 4 variasi yang masing-masing terdiri dari 3 sampel.
5. Kuat tekan rencana adalah 25 MPa.
6. Perhitungan campuran beton menggunakan metode ACI 211. 1-91.

7. Pelaksanaan pengujian benda uji dilakukan pada umur 3 hari, 7 hari, 14 hari, dan 28 hari setelah perendaman beton.
8. Penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Universitas Lampung.
9. Material yang digunakan dalam *mix design*.
10. Kode benda uji adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Komposisi dan Kode Benda Uji

Variasi Perkembangan Umur Beton			
Hari	Kode Benda Uji	Jenis Semen	Jumlah Benda Uji
3	BST 1A	Semen OPC (Jenis I)	3 sampel
	BST 1B	Semen Modifikasi (Jenis III)	3 sampel
	BST 1C	Semen Modifikasi (Jenis IV)	3 sampel
	BST 1D	Semen PCC	3 sampel
7	BST 2A	Semen OPC (Jenis I)	3 sampel
	BST 2B	Semen Modifikasi (Jenis III)	3 sampel
	BST 2C	Semen Modifikasi (Jenis IV)	3 sampel
	BST 2D	Semen PCC	3 sampel
14	BST 3A	Semen OPC (Jenis I)	3 sampel
	BST 3B	Semen Modifikasi (Jenis III)	3 sampel
	BST 3C	Semen Modifikasi (Jenis IV)	3 sampel
	BST 3D	Semen PCC	3 sampel
28	BST 4A	Semen OPC (Jenis I)	3 sampel
	BST 4B	Semen Modifikasi (Jenis III)	3 sampel
	BST 4C	Semen Modifikasi (Jenis IV)	3 sampel
	BST 4D	Semen PCC	3 sampel
Total		48 sampel	

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi mengenai perkembangan kuat tekan beton pada semen OPC dan semen PCC terhadap perkembangan umur beton.
2. Memberikan informasi mengenai perbandingan kuat tekan beton dari sampel beton dengan semen OPC dan semen PCC.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Beton

Beton (*concrete*) merupakan campuran antara agregat halus, agregat kasar, semen *portland* atau semen hidrolis, dan air yang terkadang ditambahkan zat tambahan (*additive*). Beton digunakan sebagai salah satu bahan baku dalam dunia konstruksi misal dalam pembangunan gedung, bendungan, jalan raya, dan lainnya.

Menurut Tjokrodimuljo (2007), beton memiliki beberapa kelebihan, yaitu sebagai berikut:

1. Harga yang relatif ekonomis karena menggunakan bahan-bahan dasar yang mudah diperoleh.
2. Beton memiliki ketahanan yang baik, yaitu tahan aus dan panas serta tahan terhadap karat atau pembusukan akibat kondisi lingkungan sehingga biaya perawatan menjadi lebih rendah.
3. Beton memiliki kuat tekan yang cukup tinggi, sehingga apabila dikombinasikan dengan baja tulangan yang kuat tariknya tinggi dapat membentuk suatu struktur yang tahan terhadap tarik dan tekan.
4. Beton segar mudah dicetak menjadi bentuk dan ukuran sesuai keinginan dengan cetakan beton yang dapat digunakan kembali sehingga menjadi lebih ekonomis.

2.2. Bahan Penyusun Beton

Dalam membuat beton normal, bahan penyusun yang digunakan antara lain semen, agregat halus, agregat kasar, air dan bahan tambahan lain yaitu *superplasticizer* dan *retarder*.

2.2.1. Semen

Adapun SNI 7064:2004, menetapkan spesifikasi teknis untuk semen *portland* komposit yang digunakan untuk konstruksi umum. Pengertian semen *portland* komposit menurut SNI adalah bahan pengikat hidrolis hasil penggilingan bersama-sama terak semen portland dan gips dengan satu atau lebih bahan anorganik atau hasil pencampuran antara bubuk semen portland dengan bubuk bahan anorganik lain. Bahan anorganik tersebut antara lain terak tanur tinggi, pozolan, senyawa silikat, batu kapur, dengan kadar total bahan anorganik 6% - 35% dari massa semen *portland* komposit.

Semen yang digunakan di Indonesia harus memenuhi syarat ASTM C-150 yang diadopsi dalam SII. 0013-81. Berdasarkan klasifikasi dan persyaratannya, semen *portland* terbagi menjadi sembilan jenis, yaitu:

1. Semen *Portland* tipe I

Semen *portland* tipe I adalah semen normal yang tidak memiliki karakteristik khusus terhadap panas hidrasi maupun kekuatan tekan awal yang tinggi. semen *portland* tipe I biasanya digunakan untuk tujuan umum

2. Semen *Portland* tipe II

Semen *portland* tipe II adalah semen yang digunakan pada campuran beton yang membutuhkan ketahanan sulfat dan panas hidrasi sedang. Semen jenis ini sering diaplikasikan pada konstruksi beton di pantai, lepas pantai, dan rawa.

3. Semen *Portland* tipe III

Semen *portland* tipe III semen yang dalam penggunaannya memerlukan kuat tekan awal yang tinggi setelah pengikatan terjadi. Biasanya diaplikasikan pada bangunan tingkat tinggi dan bangunan air yang tidak memerlukan ketahanan terhadap serangan sulfat.

4. Semen *Portland* tipe IV

Semen *portland* tipe IV adalah semen yang menghasilkan panas hidrasi rendah, semen jenis ini sering diaplikasikan pada struktur beton masif seperti dam gravitasi besar.

5. Semen *Portland* tipe V

Semen *portland* tipe V semen yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat tinggi ($> 0,2\%$), contohnya pada beton untuk instalasi pengolahan limbah.

6. *Super Mansory Cement*

Super mansory cement adalah semen yang dalam penggunaannya hanya pada struktur beton dengan mutu maksimal K-225.

7. *Oil Well Cement, Class G-HSR (High Sulfate Resistance)*

Oil well cement adalah semen yang dalam penggunaannya untuk pembuatan sumur minyak dan gas alam untuk pemakaian pada kedalaman dan temperatur tertentu.

8. *Portland Composite Cement (PCC)*

Berdasarkan SNI-15-7064-2004 dan ASTM C 595-03 semen Portland komposit merupakan bahan pengikat hidrolis hasil penggilingan dengan terak semen portland dan gips dengan satu atau lebih bahan anorganik dengan kadar total 6 - 35% .

9. *Portland Pozzolan Cement (PPC)*

Berdasarkan SNI-15-0302-2004 dan ASTM C 595-03 semen *pozzolan* merupakan campuran antara semen *portland* dan *pozzolan* halus dalam semen hidrolis, dimana kadar *pozzolan* 6% - 40% massa semen *portland pozzolan*.

2.2.1.1. Semen PCC (*Portland Composite Cement*)

Mulyati dan Suhendri (2013) menyatakan bahwa pada tipe PCC komposisi bahan bakunya terdiri dari tiga macam, yaitu 70% sampai 90%, *clinker* yang merupakan hasil olahan pembakaran batu kapur, pasir silica, pasir besi, dan lempung, sekitar 5% gypsum sebagai zat memperlambat pengerasan, zat tambahan (*additive*) berupa kapur (*lime stone*), abu terbang (*fly ash* dan *trass*). Semen jenis PCC memiliki sifat tahan terhadap serangan sulfat, memiliki panas hidrasi yang rendah sampai sedang, dan kekuatan tekan awalnya kurang namun kekuatan tekan akhirnya lebih tinggi. Manfaat semen PCC ini adalah sebagai bahan pengikat untuk konstruksi beton umum, pasangan batu bata, beton pracetak, *paving block*, plesteran dan acian, dan sebagainya.

2.2.1.2. Semen OPC (*Ordinary Portland Composite Cement*)

Semen OPC merupakan semen hidrolis yang dihasilkan dari proses penggilingan klinker semen dan *gypsum*. Menurut Lasino (2017), perbandingan komposisi kimia dan fisika antara semen OPC dan PCC tercantum seperti pada tabel 2:

Tabel 2. Komposisi Kimia dan Fisika antara Semen OPC dan Semen PCC

No	Kandungan	Jenis Semen	
		OPC	PCC
1	Al ₂ O ₃ (%)	5,49	8,76
2	CaO(%)	65,21	58,66
3	SiO ₂ (%)	20,92	23,13
4	Fe ₂ O ₃ (%)	3,78	4,62
5	Kehalusan (%)	4,00	5,00
6	Berat isi (kg/L)	1,29	1,19

Semen jenis ini digunakan untuk bangunan umum dengan kekuatan tekan yang tinggi yang tidak memerlukan persyaratan khusus seperti:

1. Perumahan.
2. Bangunan bertingkat tinggi.
3. Landasan Bandar udara.
4. Jembatan dan jalan raya.
5. Bangunan saluran irigasi.
6. Beton pratekan.
7. Elemen bangunan seperti genteng, *hollow, brick/batako, paving block, roster, dll.*

2.2.2. Agregat Halus

Agregat halus (pasir) merupakan salah satu bahan bangunan yang penting dalam proses suatu konstruksi. Manfaat agregat halus salah satunya dapat digunakan sebagai bahan pengisi diantara agregat kasar. Agregat halus ini harus berupa butir-butir tajam, keras, dan bebas dari bahan-bahan organik, lumpur, dan kotoran (sampah) serta memenuhi komposisi butir dan kekerasan sesuai dengan syarat-syarat. Agregat halus harus terdiri dari butiran-butiran tajam, keras, dan bersifat kekal artinya tidak hancur oleh pengaruh cuaca dan temperatur, seperti terik matahari hujan, dan lain-lain. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5 % berat kering, apabila kadar lumpur lebih besar dari 5%, maka agregat halus harus dicuci bila ingin dipakai untuk campuran beton atau bisa juga digunakan langsung tetapi kekuatan beton berkurang 5 %. (Sumber: SK SNI S-04-1989-F)

2.2.3. Agregat Kasar

Agregat kasar merupakan bahan material yang dapat membantu menjaga stabilitas dan keawetan pada beton, serta membantu memberikan kekuatan pada beton. Agregat kasar yang baik apabila

tidak berpori dan butir-butirannya keras. Agregat kasar dapat diperoleh secara alami atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu. Menurut SNI-03-2847-2002, agregat kasar adalah agregat yang lebih besar dari saringan No.88 (2,36 mm). Adapun syarat-syarat agregat kasar yang dapat digunakan sebagai berikut.

- a. Butir-butir keras yang tidak berpori serta bersifat kekal yang artinya tidak pecah karena pengaruh cuaca seperti sinar matahari dan hujan.
- b. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1%, apabila melebihi maka harus dicuci lebih dahulu sebelum menggunakannya.
- c. Tidak boleh mengandung zat yang dapat merusak batuan seperti zat-zat yang reaktif terhadap alkali.
- d. Agregat kasar yang berbutir pipih hanya dapat digunakan apabila jumlahnya tidak melebihi 20% dari berat keseluruhan.

2.2.4. Air

Penggunaan air pada pembuatan beton sangat berpengaruh terhadap kekuatan beton karena air nantinya akan bereaksi langsung dengan semen. Dimana bila terjadi kelebihan air dapat menyebabkan penurunan kekuatan beton. Air yang digunakan dalam pembuatan beton tidak boleh mengandung bahan berbahaya, seperti bahan kimia, minyak, dan lainnya. Menurut SNI 03-6861.1-2002, persyaratan air untuk campuran beton adalah:

1. Harus bersih, tidak mengandung lumpur, minyak dan benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual,
2. Tidak mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2 gram/liter.
3. Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan merusak beton (asam-asam, zat organik, dan lain-lain),

4. Kandungan klorida (Cl) < 0.50 gram/liter, dan senyawa sulfat < 1 gram/liter sebagai SO₃,
5. Bila dibandingkan dengan kekuatan tekan adukan beton yang menggunakan air suling, maka penurunan kekuatan beton yang menggunakan air yang diperiksa tidak lebih dari 10%, dan
6. Khusus untuk beton pratekan, kecuali syarat-syarat diatas air mengandung klorida lebih dari 0.05 gram/liter.

2.3. *Superplasticizer*

Superplasticizer adalah bahan tambah kimia (*chemical admixture*) yang dapat melarutkan gumpalan-gumpalan dengan cara melapisi pasta semen sehingga semen dapat tersebar dengan merata pada adukan beton dan dapat meningkatkan *workability* beton sampai pada tingkat yang cukup besar. *Superplasticizer* dapat digunakan dalam jumlah yang relatif sedikit karena sangat mudah mengakibatkan terjadinya *bleeding*.

Superplasticizer dapat mereduksi penggunaan air sampai 40% dari campuran awal. Beton berkekuatan tinggi dapat dihasilkan dengan pengurangan kadar air. Hal ini akan membuat campuran lebih padat sehingga pemakaian *superplasticizer* sangat diperlukan untuk mempertahankan nilai *slump* yang tinggi. Keistimewaan penggunaan *superplasticizer* dalam campuran pasta semen maupun campuran beton antara lain:

1. Menjaga kandungan air dan semen tetap konstan sehingga didapatkan campuran dengan *workability* tinggi.
2. Mengurangi jumlah air dan menjaga kandungan semen dengan kemampuan kerjanya tetap sama serta menghasilkan faktor air semen yang lebih rendah dengan kekuatan yang lebih besar.
3. Mengurangi kandungan air dan semen dengan faktor air semen yang konstan tetapi meningkatkan kemampuan kerjanya sehingga menghasilkan beton dengan kekuatan yang sama tetapi menggunakan semen lebih sedikit.

4. Mengurangi bahkan meniadakan udara yang masuk ke dalam beton.
5. Tidak adanya pengaruh korosi terhadap tulangan.

Secara umum, partikel semen dalam air cenderung untuk berkolesi satu sama lainnya dan partikel semen akan menggumpal. Dengan menambahkan *superplasticizer*, partikel semen ini akan saling melepaskan diri dan terdispersi *superplasticizer* memiliki dua fungsi yaitu mendispersikan partikel semen dari gumpalan partikel dan mencegah kohesi antar semen. Fenomena dispersi partikel semen dengan penambahan *superplasticizer* dapat menurunkan viskositas pasta semen, sehingga pasta semen lebih *fluid*/alir. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan air dapat diturunkan dengan penambahan *superplasticizer*.

2.4. Retarder

Menurut ASTM C494, Retarder digunakan untuk memperlambat proses pengikatan beton. Bahan ini diperlukan apabila dibutuhkan waktu lama antara pengadukan atau pencampuran beton dengan penuangan adukan atau dimana tempat antara pengadukan beton dengan tempat penuangan adukan cukup jauh.

2.5. Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah salah satu karakteristik kinerja utamanya. Kuat tekan beton didefinisikan sebagai kemampuannya untuk menyerap gaya tekan per satuan luas. Meskipun beton memiliki tegangan tarik yang kecil, semua tegangan tekan diasumsikan ditopang olehnya (Mulyono, 2003). Uji kubus/silinder dapat digunakan untuk menentukan kuat tekan. Berdasarkan SNI 1974-2011, kuat tekan beton dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

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

Keterangan:

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

P = Gaya tekan aksial (N)

A = Luas penampang benda uji (mm^2)

2.6. Penelitian Terkait

2.6.1. Analisa Perbandingan Kuat Tekan Beton $f'c$ '52 MPa Menggunakan Semen PCC Dan OPC Terhadap Pemakaian *Water Reducer*

Fernandes dan Firdaus (2021) telah melakukan penelitian mengenai analisa perbandingan kuat tekan beton $f'c$ ' 52 MPa menggunakan semen PCC dan OPC terhadap pemakaian *water reducer*. Pada penelitian ini digunakan benda uji yaitu berupa beton silinder diameter 150 mm dengan tinggi 300 mm. Untuk variasi dalam benda uji tiap pengujian memakai 3 sampel benda uji. Waktu pengujian yang dipakai yaitu 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Semen yang digunakan tipe OPC dan PCC. Jadi jumlah sampel pada pengujian ini berjumlah 18 benda uji silinder.

Berdasarkan hasil pengujian dapat diketahui perbandingan antara kuat tekan beton menggunakan semen. OPC dan PCC, pada usia 7 hari terlihat perbedaan yang cukup signifikan antar kuat tekan semen OPC dan PCC, tetapi ketika menuju usia 28 hari kuat tekan beton yang dihasilkan memiliki mutu beton yang sama sesuai dengan rencana kuat tekan beton awal, yaitu 52 MPa. Hal ini memperlihatkan seberapa besar pengaruh *water reducer* pada beton. Seperti yang kita tahu pengaruh kuat tekan pada usia dapat membantu mengoptimalkan biaya pada penggunaan bekisting, dapat mempersingkat waktu untuk pembangunan struktur *high building*.

Ataupun pada jalan beton yang memiliki volume lalu lintas yang tinggi.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa hasil uji kuat tekan beton pada usia 28 hari. Didapat bahwa perbedaan nilai kuat tekan beton antara semen OPC dan PCC tidak terlalu besar. Akan tetapi selisih terbesarnya dapat dilihat pada usia 7 hari, yaitu pada semen OPC nilai kuat tekan sebesar 44,83 MPa, sedangkan pada semen PCC kuat tekan sebesar 39,10 MPa. Akan tetapi selisih tersebut terus semakin mengecil sampai usia 28 hari. Penambahan *water reducer* pada semen OPC sangat berpengaruh di mana mampu membuat kuat tekan beton pada usia 7 hari, sudah mendekati kuat tekan beton pada semen PCC usia 14 hari.

2.6.2. Studi Eksperimental Pengaruh Penggunaan Semen PCC dan OPC Tipe I Terhadap Kuat Tekan Beton

Idris dan Ibrahim (2020) telah melakukan studi eksperimental mengenai pengaruh penggunaan semen PCC dan OPC tipe I terhadap kuat tekan beton. Pada penelitian ini digunakan bahan penelitian, yaitu semen PCC dan OPC tipe I, pasir Bili-Bili, batu pecah Bili-Bili, dan air bersih. Proses pengambilan data meliputi uji kualitas pasir, uji kualitas batu pecah, rancangan campuran beton dengan FAS 0,4, 0,45, 0,50, 0,55, dan 0,60, membuat benda uji kubus beton 15 cm x 15 cm x 15 cm. Selanjutnya perawatan benda uji dalam air bersih dan uji tekan beton umur 28 hari.

Berdasarkan hasil penelitian fcr beton umur 28 hari didapat kuat tekan beton rata-rata menggunakan semen PCC: 379,77 kg/cm², 370,32 kg/cm², 276,92 kg/cm², 217,70 kg/cm², dan 149,98 kg/cm². Kuat tekan beton rata-rata menggunakan semen OPC tipe I: 534,59kg/cm², 517,65 kg/cm², 459,39 kg/cm², 281,67kg/cm², dan

218,524kg/cm². Kuat tekan beton rata-rata menggunakan semen OPC tipe I lebih tinggi dari pada semen PCC: 29,0%, 28,5%, 39,7%, 22,7% dan 31,4%.

2.6.3. Karakteristik Kekuatan Dan *Workability* Pada Beton SCC (*Self Compacting Concrete*)

Fakrianto dan Herlina (2023) telah melakukan penelitian mengenai karakteristik kekuatan dan *workability* pada beton SCC (*Self Compacting Concrete*). Pengujian *slump flow* dilakukan untuk mengetahui kelacakan beton dan kemampuan beton mengalir pada umur 28 hari. Pengujian tanpa *superplasticizer* dilakukan sebagai tolak ukur. Berdasarkan data pada histogram, nilai *slump flow* menggunakan *superplasticizer Sika Viscocrete 3115N* dengan kadar 2% lebih tinggi (kadar air) adalah 700 mm. Semakin besar jumlah *superplasticizer*, semakin tinggi nilai *slump* (setelah pengenceran).

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa: penambahan *superplasticizer* berpengaruh terhadap sifat beton, yaitu *workability*, mengalami peningkatan *slump flow* dari kadar 0%, 0,5%, 1%, dan 2%. *Slump flow* tertinggi yaitu 700 mm pada kadar 2%. Pada kadar 0,5% dan 1% mengalami peningkatan, tetapi pada kadar 2% mengalami penurunan kuat tekan, yang dapat disimpulkan pengujian kuat tekan optimum beton SCC pada kadar 1% yaitu 52,08 MPa.

2.6.4. Pengaruh Bahan Tambah *Plastiment-VZ* Terhadap Sifat Beton

Maricar, et al (2013) telah melakukan penelitian mengenai pengaruh bahan tambah *Plastiment-VZ* terhadap sifat beton. Dari serangkaian percobaan-percobaan yang telah dilakukan, dimana dalam proses pencampuran beton yang ditambahkan *admixture* berupa *Plastiment-VZ* dengan variasi penambahan sebesar 0,20%, 0,40%, 0,60% dan

kemudian hasilnya dibandingkan dengan beton normal (tanpa *Plastiment-VZ*).

Sehingga, dapat diambil kesimpulan, yaitu penambahan *Plastiment-VZ* dengan volume sebesar 0,60% dari berat semen yang digunakan, dapat menunda pencapaian kekuatan tekan beton pada umur dini (1-7 hari), yaitu sebesar 29,54% dari kuat tekan beton normal. Hasil pengujian menunjukkan untuk beton normal diperoleh kuat tekan beton sebesar 18,212 MPa (umur 7 hari) sedangkan untuk beton yang ditambahkan *Plastiment-VZ* sebesar 0,60% diperoleh kuat tekan beton sebesar 12,833 MPa (umur 7 hari).

Tetapi kekuatannya meningkat dengan normal seiring bertambahnya umur hal ini ditunjukkan dengan diperoleh kuat tekan beton pada umur 14 hari sebesar 24,251 MPa dan 32,083 MPa pada umur 28 hari. Penambahan *Plastiment-VZ* dengan volume sebesar 0,20%, 0,40% dan 0,60% tidak memberi pengaruh terhadap kuat tekan beton umur 28 hari. Hasil pengujian diperoleh untuk kuat tekan beton umur 28 hari diperoleh masing-masing sebesar 29,948 MPa, 30,951 MPa dan 32,083 MPa, sedangkan untuk beton normal sendiri diperoleh kuat tekan rata-rata sebesar 27,554 MPa.

Hasil pemeriksaan *slump* beton menunjukkan bahwa penambahan *Plastiment-VZ* sebesar 0,40% dan 0,60% pada beton dapat meningkatkan kelecakan (*workability*). Adanya peningkatan kelecakan tersebut ditandai dengan bertambahnya nilai *slump* beton. Pada beton normal dan beton dengan penambahan *Plastiment-VZ* sebesar 0,20% diperoleh nilai *slump* yang sama yaitu 100 mm, sedangkan untuk beton dengan persentase 0,40 diperoleh nilai *slump* sebesar 120 mm dan untuk beton dengan persentase 0,60 diperoleh nilai *slump* sebesar 150 mm.

III. METODE PENELITIAN

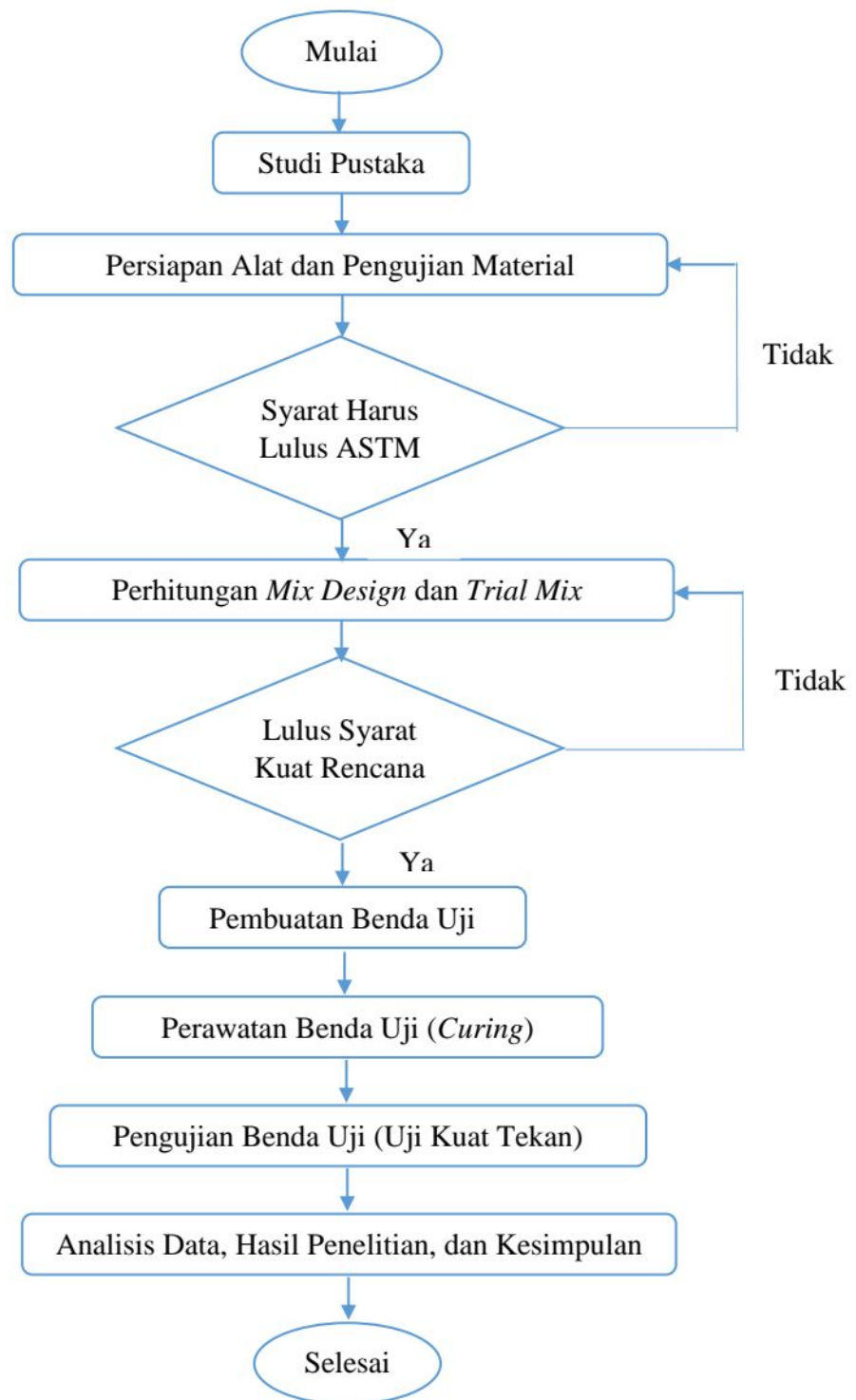
Metode penelitian yang akan dilakukan adalah studi eksperimental yang dilakukan di laboratorium untuk mendapatkan data dan hasil penelitian yang dilakukan. Penelitian ini menggunakan variasi semen, yaitu semen OPC dan semen PCC serta semen PCC yang ditambahkan *superplasticizer* dan *retarder*. Benda uji yang direncanakan sebanyak 48 buah silinder beton dengan ukuran 150 mm x 300 mm. Untuk tiap-tiap variasi dibuat 3 buah benda uji serta untuk pengujian kuat tekan silinder dilakukan setelah beton berumur 3, 7, 14, dan 28 hari. Metode perhitungan yang menjadi pedoman pada penelitian ini adalah ACI 211. 1-91.

3.1. Lokasi Penelitian

Penelitian dengan judul “Pengaruh Penggunaan *Ordinary Portland Cement* (OPC), Semen Modifikasi Jenis III dan Jenis IV, dan *Portland Composite Cement* (PCC) Terhadap Kuat Tekan Beton” dilakukan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Universitas Lampung.

3.2. Diagram Alir Penelitian

Alur penelitian yang akan dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian.

3.3. Persiapan Alat dan Bahan

Dalam melakukan penelitian ini perlu terlebih dahulu mempersiapkan segala peralatan dan bahan yang akan digunakan. Dalam penelitian ini alat dan bahan yang dibutuhkan adalah:

3.3.1. Alat

3.3.1.1. *Oven*

Oven merupakan alat yang digunakan untuk mengeringkan bahan yang akan diuji. *Oven* yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kapasitas suhu maksimum 110° C dan daya 2800 watt.

3.3.1.2. Satu set saringan

Pada penelitian ini digunakan saringan dengan diameter ayakan 37,5 mm; 25 mm; 19 mm; 12,5 mm; 4,75 mm; 2,36 mm; 1,18 mm; 0,6 mm; 0,3 mm; 0,15 mm; 0,02 mm dan pan. Alat ini digunakan untuk memisahkan agregat halus dan kasar menurut gradasinya.

3.3.1.3. Timbangan

Timbangan merupakan alat yang berguna untuk mengukur massa suatu bahan yang akan digunakan. Timbangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan digital elektrik dengan kapasitas 30 kg dengan ketelitian 0,1.

3.3.1.4. Piknometer

Piknometer merupakan alat yang digunakan untuk menguji kandungan zat organik dan berat jenis agregat halus.

3.3.1.5. Gelas ukur 1000 cc

Gelas ukur 1000 cc merupakan wadah dan alat ukur yang digunakan untuk mengukur volume air sesuai dengan

kebutuhan analisis kadar lumpur dan analisis berat jenis agregat halus (*specific gravity*).

3.3.1.6. Cetakan kerucut pasir

Cetakan kerucut pasir merupakan alat yang digunakan untuk melihat kondisi SSD dari pasir (*saturated surface dry*).

3.3.1.7. Bejana silinder

Bejana silinder adalah alat yang digunakan untuk pengujian berat volume pada agregat halus dan kasar. Terdapat 2 bejana yang digunakan yaitu bejana yang berkapasitas 5 liter digunakan untuk pengujian berat volume agregat halus dan bejana yang berkapasitas 10 liter digunakan untuk pengujian berat volume agregat kasar.

3.3.1.8. *Concrete Mixer*

Concrete mixer adalah alat yang digunakan untuk mencampur semua material. Alat *concrete mixer* yang digunakan pada penelitian ini adalah molen mini yang memiliki kapasitas maksimal yaitu 0,125 m³ yang memiliki kecepatan 20-30 putaran permenit.

3.3.1.9. Satu set alat *slump test*

Alat yang dipakai yaitu satu set kerucut *abrams* yang berdiameter atas 102 mm, diameter bawah 203 mm, tinggi 305 mm dan *base plate* memiliki tebal 3 mm dengan ukuran 900 x 900 mm. Alat ini digunakan untuk menguji *workability* beton yang telah memenuhi syarat *slump test*.

3.3.1.10. Tongkat pemadat

Tongkat pemadat digunakan untuk memadatkan beton segar pada setiap pengisian pada saat melakukan *slump test*.

3.3.1.11. Meteran

Alat meteran digunakan dalam mengukur tinggi *slump test* pada pengujian *slump test* beton ringan struktural.

3.3.1.12. Cetakan benda uji

Cetakan benda uji adalah alat yang digunakan untuk mencetak beton sesuai dengan bentuk dan kebutuhan. Cetakan benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah berbentuk silinder dengan ukuran diameter 150 dan tinggi 300 mm.

3.3.1.13. Bak perendam

Bak perendam adalah alat yang digunakan pada saat proses perawatan (*curing*) beton. Hal ini dilakukan untuk menjaga kelembaban beton agar beton tidak cepat kehilangan air.

3.3.1.14. Alat *capping*

Alat *capping* berfungsi untuk meratakan permukaan beton silinder menjadi rata dengan cara menambahkan belerang yang telah dicairkan pada permukaan alat *capping*.

3.3.1.15. *Compression Testing Machine* (CTM)

Compression Testing Machine (CTM) adalah alat yang digunakan untuk menguji kuat tekan dan kuat tarik belah beton. Alat *Compression Testing Machine* (CTM) yang digunakan memiliki kapasitas beban maksimal 3000 KN dengan merek CONTROLS.

3.3.1.16. Alat bantu

Alat bantu adalah alat yang digunakan untuk membantu dan memperlancar penelitian, seperti kode warna, sekop, pelat, sendok semen, ember, *container*, *trolley*, *stopwatch*, gelas ukur, dan alat tulis.

3.3.2. Bahan

3.3.2.1. Semen *Portland*

Semen yang digunakan untuk membuat beton pada penelitian ini adalah semen OPC jenis I dan semen PCC

yang diperoleh dari PT Semen Baturaja. Semen ini diperoleh dengan keadaan tertutup dalam kemasan berukuran (zak) 50 kg.

3.3.2.2. Air

Air yang digunakan dalam penelitian ini harus bersih, tidak mengandung minyak, lumpur, garam, gula atau bahan kimia lainnya yang dapat menurunkan kualitas beton. Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Bahan dan Konstruksi Universitas Lampung.

3.3.2.3. Agregat halus

Agregat halus yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Untung Suropati yang harus memenuhi standar ASTM dalam beberapa pengujian seperti kadar air, berat jenis dan penyerapan, kadar lumpur, gradasi agregat kasar, berat volume, kandungan zat organik dalam pasir.

3.3.2.4. Agregat kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Untung Suropati dengan ukuran gradasi 1–2. Agregat yang digunakan harus memenuhi standar ASTM dalam beberapa pengujian seperti kadar air, gradasi agregat kasar, berat jenis dan penyerapan, dan berat volume.

3.3.2.5. *Retarder*

Retarder yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Sika Plastiment VZ* sebanyak 0,3% berat semen dan bertindak sebagai zat aditif untuk memperlambat pengerasan beton.

3.3.2.6. *Superplasticizer*

Superplasticizer yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Sika Visconcrete 3115N* sebanyak 0,5% berat semen dan bertindak sebagai zat aditif untuk mempercepat pengerasan beton.

3.4. Pembuatan Benda Uji

Setelah melakukan perencanaan rancangan campuran yang sesuai, maka selanjutnya adalah pembuatan benda uji. Benda uji yang akan dibuat berupa silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm dengan pengujian yang dilakukan yaitu uji tekan beton. Setiap variasi terdiri dari 3 benda uji yang pengujiannya dilakukan pada umur beton 3, 7, 14, dan 28 hari. Data dari jumlah benda uji dapat dilihat pada tabel 2 berikut:

Tabel 3. Jumlah Benda Uji

Hari	Kode Benda Uji	Jenis Semen	Jumlah Benda Uji
3	BST 1A	Semen OPC (Jenis I)	3 sampel
	BST 1B	Semen Modifikasi (Jenis III)	3 sampel
	BST 1C	Semen Modifikasi (Jenis IV)	3 sampel
	BST 1D	Semen PCC	3 sampel
7	BST 2A	Semen OPC (Jenis I)	3 sampel
	BST 2B	Semen Modifikasi (Jenis III)	3 sampel
	BST 2C	Semen Modifikasi (Jenis IV)	3 sampel
	BST 2D	Semen PCC	3 sampel
14	BST 3A	Semen OPC (Jenis I)	3 sampel
	BST 3B	Semen Modifikasi (Jenis III)	3 sampel
	BST 3C	Semen Modifikasi (Jenis IV)	3 sampel
	BST 3D	Semen PCC	3 sampel
28	BST 4A	Semen OPC (Jenis I)	3 sampel
	BST 4B	Semen Modifikasi (Jenis III)	3 sampel
	BST 4C	Semen Modifikasi (Jenis IV)	3 sampel
	BST 4D	Semen PCC	3 sampel
Total			48 sampel

Langkah-langkah dalam pembuatan benda uji adalah sebagai berikut:

- a. Pencampuran beton ringan dibuat dengan cara memasukkan campuran pembentuk beton ringan secara berurutan ke dalam *concrete mixer*, yaitu dimulai dengan agregat kasar ringan buatan dan agregat halus.
- b. Setelah agregat kasar dan agregat halus tercampur merata kemudian masukkan semen secara perlahan.
- c. Apabila ketiga bahan tersebut sudah tercampur merata, tambahkan air sedikit demi sedikit sampai campuran plastis.
- d. Setelah campuran bersifat plastis, selanjutnya dilakukan uji *slump* dengan menggunakan kerucut *abrams* dan kemudian dimasukkan ke dalam cetakan silinder.
- e. Setelah dilakukan uji *slump* pada tiap sepertiga bagian silinder adukan dipadatkan dengan cara ditumbuk dengan menggunakan tongkat pemadat sebanyak 25 kali dengan tujuan agar diperoleh beton yang cukup padat dan tidak berongga.
- f. Setelah dilakukan penuangan campuran beton ke dalam cetakan silinder, cetakan ditinggalkan selama 24 jam.
- g. Setelah 24 jam, benda uji dikeluarkan dari cetakan, untuk memastikan proses hidrasi yang berkelanjutan, benda uji dijaga/dirawat agar tetap lembab sepanjang waktu hingga umur rencana, yaitu 3, 7, 14, dan 28 hari.

3.5. Pengujian *Workability* Beton Segar

Pada saat beton dengan kondisi segar, maka benda uji beton diuji *workability* dengan menggunakan *slump test*. Menurut SK-SNI-M-12-1989-F, tahapan pelaksanaan pengujian nilai *slump test* sebagai berikut:

- a. Kerucut Abrams bagian dalam dan bagian luar dibersihkan dengan air;
- b. Cetakan kerucut diletakkan di atas pelat baja;
- c. Dengan memegang kaki kerucut kuat-kuat, adonan beton dimasukkan hingga $\frac{1}{3}$ tinggi kerucut kemudian dipadatkan dengan cara menumbuknya menggunakan tongkat besi ujung bulat sebanyak 25 kali;

- d. Pengisian diselesaikan sampai dua lapis berikutnya dan dipadatkan dengan cara yang sama seperti sebelumnya sampai cetakan terisi penuh, selanjutnya pada bagian atas diratakan dengan sendok semen;
- e. Kemudian cetakan diangkat perlahan-lahan tegak lurus ke atas; dan
- f. Mengukur penurunannya dari tinggi mula-mula, besar penurunan ini disebut nilai *Slump Test*.

3.6. Perawatan Benda Uji (*Curing*)

Perawatan benda uji dilakukan setelah benda uji dibuka dari cetakan \pm 24 jam dari proses pencetakan (*final setting*) dengan cara direndam dalam bak perendam sampai pengujian pada umur beton 3, 7, 14, dan 28 hari. Tujuan dari perawatan beton adalah untuk menjaga kelembaban pada permukaan beton agar kelembaban pada beton tidak menguap dan proses hidrasi pada beton dapat berlangsung dengan sempurna tanpa terganggu. Setelah benda uji dikeluarkan dari bak perendam, diamkan benda uji selama 24 jam sebelum diuji kekuatannya.

3.7. Pelaksanaan *Capping*

Sebelum dilakukan pengujian pada benda uji silinder perlu untuk dilakukan proses *capping* pada sisi atas benda uji yang bertujuan untuk meratakan bagian beton yang berbentuk silinder berdiameter 15 cm, langkah-langkah dalam proses *capping*, yaitu memanaskan belerang, lalu menuangkan belerang tersebut ke alat cetakan yang sebelumnya telah dioleskan oli, lalu letakkan benda uji di atas cetakan yang telah dituangkan belerang, kemudian tunggu hingga belerang mengering pada benda uji tersebut.

3.8. Pengujian Benda Uji

Pengujian dilakukan pada benda uji silinder beton yang telah berumur 3, 7, 14, dan 28 hari. Pengujian yang akan dilakukan yaitu pengujian kuat tekan beton. Langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut:

a. Kuat Tekan Beton

Setelah dilakukannya proses *curing* pada beton, maka langkah selanjutnya adalah pengujian kuat tekan beton dengan benda uji berbentuk silinder. Kuat tekan beton adalah salah satu karakteristik kinerja utama beton. Kuat tekan adalah kemampuan beton untuk menyerap gaya tekan per satuan luas. Beton memiliki sedikit tegangan tarik, tetapi semua tegangan tekan diasumsikan ditopang oleh beton (Mulyono, 2003). Kuat tekan dapat ditentukan dengan menggunakan uji kubus/silinder. Berdasarkan SNI 1974-2011 nilai kuat tekan beton dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan:

f'_c = Kuat tekan beton (MPa)

P = Gaya tekan aksial (N)

A = Luas penampang benda uji (mm²)

3.9. Perhitungan dan Analisis Data

Setelah dilakukan pengujian, maka langkah selanjutnya adalah perhitungan dan analisis data. Perhitungan dan analisis data yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Menghitung kuat tekan beton pada umur beton 3, 7, 14, dan 28 hari.
- b. Membuat grafik hubungan antara pengaruh kuat tekan dari berbagai variasi yang direncanakan pada umur beton 3, 7, 14, dan 28 hari.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan yaitu:

1. Nilai slump beton terbesar didapat oleh semen modifikasi jenis IV yang menggunakan *retarder* sebesar 0,3% dan terkecil pada semen modifikasi jenis III yang menggunakan *superplasticizer* sebesar 0,5%.
2. Perbedaan kuat tekan beton pada setiap jenis semen disebabkan oleh terdapat perbedaan bahan yang terkandung didalam setiap jenis semen.
3. Kuat tekan beton pada umur 3 hari terbesar diperoleh semen OPC sebesar 10,8516 MPa dan terkecil diperoleh semen modifikasi jenis IV sebesar 8,2095 MPa.
4. Kuat tekan beton pada umur 7 hari terbesar diperoleh semen modifikasi jenis III sebesar 16,0415 MPa dan terkecil diperoleh semen modifikasi jenis IV sebesar 13,2107 MPa.
5. Kuat tekan beton pada umur 14 hari terbesar diperoleh semen PCC sebesar 22,6469 MPa dan terkecil diperoleh semen modifikasi jenis IV sebesar 17,0795 MPa.
6. Kuat tekan beton pada umur 28 hari terbesar diperoleh semen modifikasi jenis III sebesar 32,1774 MPa dan terkecil diperoleh semen modifikasi jenis IV sebesar 28,1670 MPa.

5.2. Saran

Menurut penelitian yang telah dilakukan, adapun saran-saran yang dapat penulis berikan adalah sebagai berikut:

1. Pada saat penelitian selanjutnya sebaiknya menggunakan model struktur yang bervariasi dan beragam.
2. Perencanaan campuran (*mix design*) serta ketelitian dalam penimbangan bahan sangat menentukan kualitas beton yang dihasilkan.
3. Memastikan kondisi material yang digunakan dalam kondisi baik sebelum pelaksanaan campuran beton (pengecoran).
4. Perlu lebih diperhatikan pada saat proses pengerjaan pengecoran dan pemadatan dengan *vibrator* agar campuran beton terdistribusi secara merata.
5. Pemberian label nama sampel harus jelas supaya tidak terjadi kesalahan pada saat pengujian sampel.

DAFTAR PUSTAKA

- American Society For Testing And Materials (ASTM). (2003). ASTM C595-03 : Standard Specification For Blended Hydraulic Cements. *American Society For Testing And Materials*.
- American Society For Testing And Materials (ASTM). 2004. ASTM C-150-04: *Standards Specification For Portland Cement, ASTM International*. USA: *Association Of Standard Testing Materials*.
- American Society For Testing And Materials (ASTM). (2004). ASTM C494 Standard Specification For Chemical Admixtures For Concrete. *ASTM Standard Book, December 1999*.
- Badan Standardisasi Nasional. 1981. *SII 0013-1981: Mutu Dan Cara Uji Semen Portland*. Jakarta: *Badan Standardisasi Nasional*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung. SNI 03-2847-2002. *Bandung: Badan Standardisasi Nasional*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2004). SNI-15-0302-2004 Semen Portland Pozolan. *Badan Standardisasi Nasional (BSN)*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2004). SNI 15-2049-2004: Semen Portland. *Badan Standardisasi Nasional (BSN)*.
- Badan Standardisasi Nasional. SNI 15-7064-2004. (2004). Semen Portland Komposit. *Badan Standardisasi Nasional*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2011). Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder. *Badan Standardisasi Nasional Indonesia*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *Penetapan Standar Nasional Indonesia 2847 : 2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung Dan Penjelasan Sebagai Revisi Dari Standar Nasional Indonesia 2847 : 2013*.
- Barkiah I, 2003, *Studi Laju Peningkatan Kekuatan Tekan Beton Yang Memakai Abu Terbang*, Fakultas Teknik Unlam, Banjarmasin
- Bermansyah S, 2002, *Sifat Mekanis Beton Mutu Tinggi Dengan Campuran Copper Slag Sebagai Cementitious Material*, Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1989. *SK SNI M-12-1989-F Metode Pengujian Untuk Menentukan Slump Beton*. Bandung: Yayasan LPMB.

- Departemen Pekerjaan Umum. 1989. *SK SNI S-04-1989-F Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (Bahan Bangunan Bukan Logam)*. Bandung: Yayasan LPMB.
- Fakrianto, I., & Herlina, L. (2023). Karakteristik Kekuatan Dan Workability Pada Beton Scc (Self Compacting Concrete). *Jurnal Rekayasa Lingkungan ...*, 01(02), 219–223.
- Faqihuddin, A. (2021). *Tinjauan Campuran Beton Normal Dengan Penggunaan Padat . Umumnya Beton Sudah Banyak Digunakan Di Berbagai Jenis Konstruksi , Khususnya Pada Dibangun Konstruksi , Maka Berkembanglah Berbagai Jenis Beton Menurut Karakteristik Dan*. 2(1), 34–45.
- Fernandes, E. O., & Firdaus. (2021). *Analisa Perbandingan Kuat Tekan Beton Fc'52 Mpa Menggunakan Semen PCC Dan OPC Terhadap Pemakaian Water Reducer*. 3(1), 223–233.
- Idris, M., & Ibrahim, A. (2020). Studi Eksperimental Pengaruh Penggunaan Semen Pcc Dan Opc Tipe I Terhadap Kuat Tekan Beton. *Bidang Ilmu Teknik Sipil & Keairan, Transportasi & Mitigasi Bencana*, 15, 160–165.
- Insani, F. I. (2023). *Pengaruh Penambahan Sika Fiber PPM-12 Dan Viscocrete 3115 N Terhadap Kekuatan Beton*. Skripsi. Universitas Islam Indonesia.
- Intara, I. W. (2014). Perbedaan Umur Pencapaian Kuat Tekan Beton Dari Perekat Semen Opc, Ppc Dan Pcc. *Jurnal Logic*, 14(2).
- Kurniawan, M. F., Mulyono, T., & Daryati, D. (2020). Studi Penambahan Supeprplastcizer Pada Kuat Tean Beton Dengan Variasi Fas 0,4 – 0,5 Menggunakan Agregat Kasar Yang Di Pecah (Split). *Menara: Jurnal Teknik Sipil*, 15(2), 58–65.
- Lasino., Setiati, N. R., & Cahyadi, D. (2017). *Karakterisitik Beton Dengan Menggunakan Berbagai Jenis Semen (Concrete Characteristics Using Various Types Of Cements)*. 34(1), 49–63.
- Lea, F.M. 1970. *The Chemistry Of Cement And Concrete*, 3rd Edition. London: Edward Arnold Ltd.
- Maricar, S., Tatong, B., & Hasan, H. (2013). Pengaruh Bahan Tambah Plastiment-Vz Terhadap Sifat Beton. *Mektek*, 1, 1–20.
- Metha, P.K. 1986. *Concrete: Structure, Properties And Materials*, 1st Edition, New York: Prentice Hall Inc.
- Mulyati, & Suhendri. (2013). Studi Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal Menggunakan Semen Portland Tipe I Dan Portland Composite Cement. *Green Building Press*, 15(2), 4.
- Mulyono, T. (2003). *Teknologi Beton*, Jakarta. Penerbit Andi.
- Puspitasari, I., & Uisharmandani, L. (2023). Kajian Eksperimental Beton Menggunakan Admixture Sika Viscocrete 3115N Untuk Meningkatkan Kuat Tekan. *Konstruksi Bangunan, Politeknik TEDC Bandung*, 17(1), 28–34.

- Salain I.M.A.K., 2007, *Kekuatan Serta Produk Hidrasi Dari Campuran Terak Tanur Tinggi Dan Abu Terbang Yang Dihasilkan Melalui Teknologi Pembakaran Bantalan Yang Difluidasi*, Prosiding Konferensi Nasional Pengembangan Infrastruktur Berkelanjutan, Program Magister Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Udayana, Hotel Sahid, Kuta, Bali.
- Salain, I. M. A. K. (2009). *Pengaruh Jenis Semen Dan Jenis Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton*.
- Sundaryani, I. (2021). *Analisis Perbandingan Kuat Tekan Beton Menggunakan Jenis Semen Ordinary Portland Cement (Opc) Dan Semen Portland Compossite Cement (Pcc)*. 2(1), 1–23.
- Tjokrodimuljo, K. (2007). Teknologi Beton, Buku Ajar. *Jurusan Teknik Sipil–Magister Teknologi Bahan Bangunan–Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Yogyakarta*.