

SKRIPSI PENELITIAN

**Perbandingan Kuat Tekan Beton Antara
Additive Sikament-NN dan *Sikacim Concrete Additive***



Oleh

Fitra Aulia Ramadhani

D051181524

DEPARTEMEN ARSITEKTUR

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

2022

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

"Perbandingan Kuat Tekan Beton antara Additive Sikament-NN dan Sikacim Concrete Aditive"

Disusun dan diajukan oleh

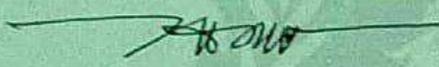
Fitra Aulia Ramadhani
D051181524

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 18 Oktober 2022

Menyetujui

Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Ir. Hartawan, MT
NIP. 19641231 199103 1 034

Dr. Imriyanti, ST.,MT
NIP. 19730208 200604 2 001

Mengetahui
Acara Program Studi Arsitektur

Dr. Ir. H. Edward Syarif, MT.
NIP. 19690612 199802 1 001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Fitra Aulia Ramadhani

NIM : D051181524

Program studi : Arsitektur

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang telah saya buat dengan judul "Perbandingan Kuat Tekan Beton Antara Additive Sikament-NN Dan *Sikacim Concrete Additive*" adalah karya ilmiah yang bebas dari plagiat. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun juga. Apabila dikemudian hari ternyata saya memberikan keterangan palsu dan atau ada pihak lain yang mengklaim bahwa tugas akhir yang telah saya buat adalah hasil karya milik seseorang atau badan tertentu, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 18 Oktober 2022

Yang menyatakan,

A 10,000 Indonesian Rupiah postage stamp is affixed to the document. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text '10000', 'REPUBLIK INDONESIA', and 'NETERAN TEMPEL'. A handwritten signature in black ink is written over the stamp. Below the stamp, the name 'Fitra Aulia Ramadhani' is printed.

Fitra Aulia Ramadhani

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	1
DAFTAR TABEL.....	4
DAFTAR GAMBAR	6
KATA PENGANTAR.....	8
ABSTRAK	10
BAB I PENDAHULUAN	12
A. Latar Belakang.....	12
B. Rumusan Masalah	14
C. Tujuan Penelitian	15
D. Batasan Masalah	15
E. Manfaat Penelitian	16
F. Sistematika Penulisan.....	17
G. Keaslian Penelitian	18
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	19
A. Pengertian Beton	19
B. Beton Normal.....	23
C. Kelas Dan Mutu Beton	25
D. Bahan Penyusun Campuran Beton.....	26
1. Semen	27
2. Air.....	29
3. Agregat.....	31
4. Agregat Halus (Pasir)	32
5. Agregat Kasar (Kerikil).....	33
6. Bahan Tambah (Admixture).....	35
E. Slump Beton dan Waktu pengerasan.....	39
F. Pemeriksaan Agregat	40
G. <i>Sikacim Concrete Additive</i>	43
H. Sikamen-NN	46
I. Perawatan Beton	49
K. Kuat Tekan beton	51

L. Pola Retak Beton	53
M. Terdahulu Yang Relevan	55
N. Perbedaan Dengan Penelitian Terdahulu	59
BAB III METODE PENELITIAN	60
A. Jenis Penelitian.....	60
1. Data Primer	60
2. Data Sekunder.....	61
B. Tempat dan Waktu Penelitian	61
C. Teknik Pengumpulan Data.....	61
D. Bahan dan Peralatan	61
1. Bahan	61
2. Peralatan	62
E. Variabel Penelitian	63
F. Perhitungan Rencana Campuran.....	64
G. Kode Sampel Benda Uji.....	75
H. Tahap pelaksanaan penelitian	77
1. Tahap Persiapan Bahan dan Peralatan	77
2. Tahap Pemeriksaan Material Beton	79
3. Tahap Perhitungan mix design	86
4. Tahap Pembuatan Beton Segar	89
5. Tahap Perencanaan campuran	89
6. Tahap Pencampuran bahan tambah (admixture) <i>Sikacim Concrete Additive</i> dan Sikament-NN.....	89
7. Tahap Pengujian Slump	92
8. Tahap Pencetakan Silinder Beton.....	92
9. Tahap Perawatan silinder beton	93
10. Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton.....	93
11. Tahap Analisis Data Hasil Penelitian.....	93
12. Penarikan kesimpulan hasil penelitian	96
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	99
A. Uji Karakteristik.....	99
1. Semen	99

2. Air.....	99
3. Karakteristik Agregat	99
4. Hasil Pengujian Agregat Halus (Pasir)	99
5. Hasil Pengujian Agregat Kasar (Batu Pecah)	103
7. Pembuatan Benda Uji.....	111
8. Hasil Pengujian Beton	118
9. Hasil Pengujian Slump.....	119
10. Berat Satuan Benda Uji.....	120
11. Kuat Tekan Beton	124
12. Pola retak beton.....	140
13. Nilai Optimum	141
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	144
A. Kesimpulan.....	144
B. Saran.....	145
DAFTAR PUSTAKA	146

DAFTAR TABEL

Tabel 1	Keaslian Penelitian	18
Tabel 2	Persyaratan gradasi untuk agregat halus.....	33
Tabel 3	Tabel persyaratan gradasi untuk agregat.....	34
Tabel 4	Syarat mutu kekuatan agregat.	42
Tabel 5	Tabel modulus kehalusan	43
Tabel 6	Pengelompokkan jenis agregat halus berdasarkan persentase lolos ayakan pasir.	43
Tabel 7	Perbedaan dari Sikament-NN dan Sikacim Concrete Additive	48
Tabel 8	Jenis beton menurut kuat tekan	51
Tabel 9	Tabel Hubungan antara Umur dan Kuat Tekan Beton	53
Tabel 10	Daftar Penelitian Terdahulu	55
Tabel 11	Variabel penelitian	63
Tabel 12	Deviasi Standar Sebagai Ukuran Mutu Pelaksanaan.....	64
Tabel 13	Nilai Seviiasi Standar Untuk Berbagai Tingkat Pengendalian mutu Pekerjaan	64
Tabel 14	Perkiraan kuat tekan beton dengan fas 0,50.....	66
Tabel 15	Penentuan Kadar air bebas (kg/m ³)	67
Tabel 16	Kadar semen minimum dan faktor air semen maksimum.....	69
Tabel 17	Kode Benda Uji Beton Normal	75
Tabel 18	Kode Sampel Benda Uji Beton Dengan Tambahan Sikamen-NN (NN)	76
Tabel 19	Tabel Kode Benda Uji Beton Dengan Tambahan <i>Sikacim Concrete Additive</i> (SKM).....	76
Tabel 20	Jumlah benda uji beton normal	77
Tabel 21	Jumlah benda uji dengan penambahan <i>Sikacim Concrete Additive</i> ..	77
Tabel 22	Jumlah benda uji dengan penambahan Sikamen-NN	77
Tabel 23	Spesifikasi uji material agregat kasar dan agregat halus	79
Tabel 24	Hasil Pemeriksaan Analisis Berat Jenis Dan Penyerapan Dari Agregat Halus (Pasir).....	100
Tabel 25	Hasil Pemeriksaan Analisis Berat Volume dari Agregat halus (pasir)	100
Tabel 26	Gradasi Agregat Halus	101

Tabel 27 hasil Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat Halus.....	101
Tabel 28 Hasil Pemeriksaan Analisis Kadar Air Agregat Halus (Pasir)	102
Tabel 29 Hasil Pemeriksaan Analisis Kadar Lumpur Agregat Halus	103
Tabel 30 Hasil Percobaan Analisis Berat Jenis dan Penyerapan Dari Agregat Kasar (Batu Pecah)	103
Tabel 31 Hasil Pemeriksaan Analisis Berat Volume dari Agregat	104
Tabel 32 Batas Gradasi Agregat Kasar	104
Tabel 33 Hasil pemeriksaan analisis saringan agregat kasar	105
Tabel 34 Hasil pemeriksaan analisis kadar air agregat kasar	106
Tabel 35 Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Dari Agregat Kasar (Batu Pecah)	106
Tabel 36 Rekapitulasi uji Agregat Halus Pasir	107
Tabel 37 Rekapitulasi Uji Karakteristik Agregat Kasar	107
Tabel 38 Perincian Kebutuhan Material.....	109
Tabel 39 Proporsi campuran dengan angka keamanan 15%	109
Tabel 40 Rekapitulasi Waktu pengerasan(Seting Time)	116
Tabel 41 Hasil Pengujian Slump Beton	119
Tabel 42 Berat Satuan Sampel Beton Umur 28 Hari	121
Tabel 43 Berat Satuan Sampel Beton Umur 28 Hari	122
Tabel 44 Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari.....	125
Tabel 45 Kuat Tekan Beton 21 Hari.....	129
Tabel 46 Kuat Tekan Beton 28 Hari.....	132
Tabel 47 Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	135
Tabel 48 perbandingan hasil penelitian dan spesifikasi pabrik.....	138

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	<i>Sikacim Concrete Additive</i>	44
Gambar 2	Sikamen NN	47
Gambar 3	Jenis Pola Retak Beton.....	54
Gambar 4	Hubungan faktor air – semen dan kekuatan tekan beton untuk benda uji silinder.....	66
Gambar 5	Kurva gradasi agregat halus tipe 2	70
Gambar 6	Hubungan Faktor Air Semen dengan Proporsi Agregat Halus untuk Ukuran Butir Maksimum 20 mm.....	71
Gambar 7	Grafik penentuan berat beton segar.....	72
Gambar 8	Grafik Gradasi Agregat Halus Pasir	102
Gambar 9	Grafik Batas Gradasi Agregat Kasar	105
Gambar 10	Proses penimbangan bahan tambah	112
Gambar 11	Hasil Penimbangan bahan tambah	112
Gambar 12	Penggabungan hasil penimbangan bahan tambah	112
Gambar 13	Proses pencampuran material	113
Gambar 14	Proses pencampuran bahan tambah	114
Gambar 15	Proses penggabungan bahan tambah dan air	114
Gambar 16	Proses pengujian slump beton.....	115
Gambar 17	Proses pengisian material kedalam cetakan	116
Gambar 18	Proses perhitungan waktu pengerasan beton	116
Gambar 19	Proses perawatan beton sebelum lepas cetakan.....	117
Gambar 20	Proses perawatan sampel beton (<i>Dry Curing</i>)	118
Gambar 21	Grafik berat satuan sampel beton umur 28 hari	121
Gambar 22	Grafik berat jenis sampel beton umur 28 hari.....	121
Gambar 23	Grafik berat satuan sampel beton umur 28 hari	122
Gambar 24	Grafik berat jenis sampel beton umur 28 hari.....	123
Gambar 25	Grafik rekapitulasi berat beton sampel umur 28 hari	123
Gambar 26	Grafik rekapitulasi berat beton sampel umur 28 hari	124
Gambar 27	Pengukuran diameter dan tinggi sampel beton	125
Gambar 28	Diagram penambahan admixtures Sikamen NN	126
Gambar 29	Diagram persentase penambahan admixtures <i>Sikacim Concrete Additive</i>	127
Gambar 30	Diagram rekapitulasi persentase penambahan admixtures <i>Sikacim</i>	

Concrete Additive dan Sikamen-NN	127
Gambar 31 Diagram persentase penambahan admixtures Sikamen NN	129
Gambar 32 Diagram persentase penambahan admixtures <i>Sikacim Concrete Additive</i>	130
Gambar 33 Diagram rekapitulasi persentase penambahan admixtures <i>Sikacim Concrete Additive</i> dan Sikamen-NN	130
Gambar 34 Diagram persentase penambahan admixtures Sikamen NN	132
Gambar 35 Diagram persentase penambahan admixtures <i>Sikacim Concrete Additive</i>	133
Gambar 36 Diagram rekapitulasi persentase penambahan admixtures <i>Sikacim Concrete Additive</i> dan Sikamen-NN	133
Gambar 37 Grafik rekapitulasi penambahan admixtures Sikamen-NN	135
Gambar 38 Grafik rekapitulasi penambahan admixtures <i>Sikacim</i>	136
Gambar 39 Grafik rekapitulasi penambahan admixtures Sikamen-NN dan <i>Sikacim Concrete Additive</i>	137
Gambar 40 Grafik hasil penelitian beton dengan bahan tambah Sikament-NN dan spesifikasi pabrik	138
Gambar 41 Grafik hasil penelitian beton dengan bahan tambah <i>Sikacim Concrete Additive</i> dan spesifikasi pabrik.....	139
Gambar 42 Grafik rekapitulasi antara spesifikasi pabrik dan hasil penelitian beton dengan bahan tambah <i>Sikacim Concrete Additive</i> dan Sikamnet-NN	139
Gambar 43 Perkiraan Perkembangan Kekuatan Beton	142
Gambar 44 Grafik Analisis Regresi Polinomial kadar optimum Penambahan Admixture Sikament NN Terhadap Kuat Tekan Beton Umur dan 28 Hari.....	142
Gambar 45 Grafik Analisis Regresi Polinomial kadar optimum Penambahan <i>Admixture Sikacim Concerete Additive</i> Terhadap Kuat Tekan Beton Umur dan 28 hari.....	143

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur bagi Allah SWT atas berkah, Rahmat, Hidayah, dan Karunia-Nya yang senantiasa dilimpahkan kepada penulis, sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Perbandingan Kuat Tekan Beton Antara Additive Sikament-NN dan *Sikacim Concrete Additive*” sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program sarjana (S1) Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Selesainya skripsi penelitian ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang telah mendorong dan membimbing penulis, baik tenaga, ide-ide, maupun pemikiran. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-sebesarannya kepada:

1. Bapak Dr. H. Edward Syarif, ST., MT, ketua Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
2. Bapak Dr. Ir. Hartawan, MT selaku pembimbing 1 yang telah membimbing dan membantu saya dalam menyusun tugas akhir ini.
3. Ibu Dr. Imriyanti, S.T.,M.T selaku pembimbing 2 yang telah meluangkan banyak waktunya untuk membimbing dan membantu saya dalam menyusun tugas akhir ini.
4. Bapak Dr. Eng. Nasruddin, ST., MT, dan Ibu Pratiwi Muhsar, ST., MT, selaku dosen penguji. Yang telah memberi koreksi dan saran didalam proses penyusunan skripsi ini.
5. Seluruh Dosen, Staf dan Karyawan fakultas teknik departemen arsitektur universitas hasanuddin.
6. Ibunda Jumaria, Ayahanda Hariyadi H.S Yasano, dan addikku Muh. Faiz kanayaku, yang telah memberi do'a restu, motivasi serta dukungan yang tiada hentinya.
7. Om, tante, nenek, kakek dan sepupu-sepupu saya di sulawesi tengah dan yang di makassar atas doa, bantuan dan dukungannya.
8. Kak A. Dian Mega Tenripada, S.Ars selaku staf laboran pada Laboratorium Material, Struktur, dan Konstruksi Bangunan Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan dukungan serta kerja

samanya sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian dengan lancar.

9. Rekan seperjuangan saya Fitri junarti dan Rasmi M. yang telah banyak membantu dan memberikan konstribusinya baik langsung maupun tidak langsung selama penelitian, pengujian sampel hingga sampai penyusunan skripsi ini.
10. Teman baik saya Dian Ashari, Princensia Suryani Matandung, Musfira Rusdi, hurryiah adilah anwar, amira arkanita, nirmala azizah serta teman-teman LBE Material, Struktur, dan Konstruksi Bangunan Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
11. Kak Gufran, kak Ulfa, kak Ayuni serta teman saya alim wardana, difat dan harmudinsyah meluangkan waktu dalam proses pencampuran beton.
12. Teman- teman Mahasiswa Arsitektur angkatan 2018 yang telah memberi dukungan moril bagi penulis.
13. Serta semua pihak yang telah membantu penulis baik dalam bentuk materiil maupun inmateriil.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan kalian selama ini dengan amal kebaikan dunia akhirat. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak sangat penulis harapkan demi perbaikan-perbaikan ke depan. Akhir kata semoga skripsi penelitian ini dapat bermanfaat. Aamiin.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Gowa, 19 Agustus 2022

Penulis,

PERBANDINGAN KUAT TEKAN BETON ANTARA ADDITIVE SIKAMENT-NN DAN *SIKACIM CONCRETE ADDITIVE*

Fitra Aulia Ramadhani

¹ Hartawan

² Imriyanti

Labo. Bahan, Konstruksi dan Struktur Bangunan Departemen Arsitektur

Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Indonesia

aularamadhani@gmail.co.id

ABSTRAK

Kemajuan teknologi beton telah menghasilkan bahan tambah (admixture) yang membantu dalam meningkatkan kualitas dan kelecakan (workability) beton serta mempercepat pengerasan. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan perbandingan kuat tekan antara beton yang menggunakan additive Sikament-NN dan Sikacim Concrete Additive dengan variasi 1%, 1,5% dan 2%. Metode penelitian adalah eksperimental dengan variabel kontrol campuran beton normal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton dengan penambahan admixture Sikacim Concrete Additive dan Sikament-NN mampu meningkatkan nilai kuat tekan beton. Pada beton umur 28 hari dengan kadar bahan tambah (admixtures) sebanyak 0% memiliki nilai kuat tekan 18,11 Mpa, beton dengan kadar bahan tambah Sikamen-NN 1% memiliki kuat tekan 20,11 Mpa, beton dengan kadar bahan tambah Sikamen-NN 1,5% memiliki nilai kuat tekan 21,75 Mpa, beton dengan kadar bahan tambah Sikamen-NN 2% memiliki kuat tekan paling tinggi yaitu 22,24 Mpa. Sedangkan beton dengan kadar bahan tambah Sikacim Concrete Additive 1% memiliki kuat tekan 20,91 Mpa, beton dengan kadar bahan tambah Sikacim Concrete Additive 1,5% memiliki nilai kuat tekan 23,40 Mpa, beton dengan kadar bahan tambah Sikacim Concrete Additive 2% memiliki kuat tekan paling tinggi yaitu 21,58 Mpa.

Kata kunci : *Sikacim Concrete Additive*, Sikament-NN, Waktu pengerasan beton, Kuat Tekan

**COMPARISON OF CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH
BETWEEN SIKAMENT-NN ADDITIVE AND SIKACIM CONCRETE
ADDITIVE**

Fitra Aulia Ramadhani

¹ Hartawan

² Imriyanti

Labo. Materials, Construction and Building Structure Department of
Architecture Faculty of Engineering, Hasanuddin University, Indonesia

aularamadhani@gmail.co.id

ABSTRACT

Advances in concrete technology have produced admixtures that help improve the quality and workability of concrete and accelerate hardening. This study aims to describe the comparison of compressive strength between concrete using Sikament-NN additive and Sikacim Concrete Additive with variations of 1%, 1.5% and 2%. The research method is experimental with the control variable of normal concrete mixture. The results showed that concrete with the addition of Sikacim Concrete Additive and Sikament-NN admixtures was able to increase the compressive strength of concrete. At 28 days old concrete with 0% admixtures has a compressive strength value of 18.11 Mpa, concrete with 1% Sikamen-NN added material has a compressive strength of 20.11 Mpa, concrete with Sikamen-NN added material content 1.5% has a compressive strength of 21.75 Mpa, concrete with a content of 2% Sikamen-NN has the highest compressive strength of 22.24 Mpa. Meanwhile, concrete with added Sikacim Concrete Additive 1% has a compressive strength of 20.91 Mpa, concrete with added Sikacim Concrete Additive 1.5% has a compressive strength value of 23.40 Mpa, concrete with an added content of Sikacim Concrete Additive 2% has the highest compressive strength of 21.58 MPa.

Keywords : *Sikacim Concrete Additive*, Sikament-NN, concrete setting time, Compressive Strength

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur dan kebutuhan akan tempat tinggal memacu inovasi dalam bidang rekayasa struktur, khususnya bidang teknologi bahan konstruksi. Inovasi-inovasi yang dilakukan di antaranya bertujuan untuk menghasilkan material struktur yang memiliki sifat-sifat yang baik dengan metode dan biaya yang ekonomis. Salah satu bahan konstruksi yang banyak digunakan adalah beton, beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang sangat berperan penting dalam pembangunan. Pada konstruksi gedung, pembuatan pondasi, kolom, dan balok menggunakan struktur beton. Struktur beton juga banyak digunakan pada bangunan air seperti bendungan, pemecah gelombang, dan pada sistem drainase. Selain itu konstruksi beton juga sering digunakan pada struktur jalan seperti jembatan, rigid pavement dan bangunan lainnya. Dari berbagai pengembangan baik metode pelaksanaan maupun bahan pembuatnya, terciptalah berbagai jenis beton dan metode pelaksanaannya (Ahlina, 2016).

Periode waktu selama beton pertama kali ditemukan, tergantung pada bagaimana orang menafsirkan istilah “beton” bahan kuno beton adalah semen mentah dibuat dengan menghancurkan dan membakar gipsum atau kapur. Kapur yang dihancurkan atau batu kapur dibakar. Ketika pasir dan air ditambahkan ke semen tersebut akan menjadi mortar, yang merupakan bahan plester seperti digunakan untuk membentuk batu satu sama lain. Selama ribuan tahun, bahan tersebut diperbaiki, dikombinasikan dengan bahan lain dan, pada akhirnya, berubah menjadi beton modern. Beton saat ini dibuat dengan menggunakan semen Portland, agregat kasar dan halus dari batu dan pasir, dan air. Pencampuran bahan kimia yang ditambahkan ke campuran beton untuk mengontrol pengaturan sifat karakteristik beton dan digunakan terutama ketika menempatkan beton dengan lingkungan ekstrim, seperti suhu tinggi atau rendah, kondisi berangin, dan lain lain (Mulyono, 2019)

Beton merupakan suatu bahan komposit yang terdiri dari kumpulan,

secara umum pasir dan kerikil atau agregat kasar, dengan bahan pengikat semen portland dan air (Gregor, 1997). Keistimewaan dari beton adalah mudah dibentuk sesuai dengan keinginan, memiliki nilai kuat tekan yang tinggi, memiliki ketahanan dalam jangka panjang dengan perawatan yang sederhana dan relatif murah karena menggunakan bahan dasar dari bahan lokal (Tjokrodinuljo, 1992). Pada pembangunan konstruksi dalam skala besar atau massal, pelaksanaan pekerjaan pencampuran dan pengadukan beton jarang dilakukan secara manual atau dengan menggunakan mesin pengaduk (molen) kapasitas kecil. Karena hal tersebut kurang efisien dari segi waktu, jumlah tenaga kerja dan biaya. Oleh karena itu perkembangan teknologi beton sudah mulai beralih pada beton ready mix.

Namun penggunaan beton ready mix di lapangan sering mengalami beberapa kendala, antara lain jarak tempuh yang cukup jauh antara batching plant dengan lokasi proyek, kondisi jalan yang rusak dan kemacetan yang tidak bisa diprediksi, waktu tunggu antara pembongkaran mobil ready mix satu dengan berikutnya dan faktor-faktor lainnya. Waktu tunggu yang terbuang tidak bisa diprediksi dengan tepat, karena tergantung pada faktor yang mempengaruhinya tadi. Bahkan waktu tunggu di lapangan bisa mencapai lebih dari 60 menit (1 jam), selama menunggu tersebut mobil ready mix harus selalu berputar sehingga beton tidak mengeras. Apabila kondisi tersebut tidak diatasi maka akan mempengaruhi kualitas, kelecakan (*workability*) beton serta kondisi beton yang tidak maksimal. Apabila mutu beton yang dihasilkan tidak memenuhi kekuatan tekan rencana maka akan berakibat pada perubahan data perencanaan, perubahan pembebanan yang mampu dipikul struktur, perkuatan struktur, pembongkaran hingga perubahan fungsi bangunan. Namun ketika mobil ready mix telah sampai di lokasi proyek dan beton selesai dituang pada cetakan maka pada beberapa pekerjaan dibutuhkan kebalikan dari kondisi sebelumnya. Jika diperjalanan diperlukan agar kondisi beton selalu encer atau kelecakan (*workability*) tinggi, maka setelah beton dituang diperlukan beton agar dapat segera mengeras untuk mempercepat proses pekerjaan di lapangan. Hal yang berlawanan tersebut tentu saja mengakibatkan kesulitan dalam pelaksanaan

pekerjaan sehingga diperlukan perlakuan khusus dalam penanganannya. Untuk mengatasi masalah tersebut, kemajuan teknologi beton telah menghasilkan bahan tambah (admixture) yang dapat membantu dalam menjaga kualitas dan kelecakan (workability) beton serta mempercepat pengerasan. Salah satu produk keluaran dari PT. Sika Indonesia adalah *Sikacim Concrete Additive* dan Sikament-NN, *Sikacim Concrete Additive* dan Sikament-NN merupakan superplasticizer yang sangat efektif dalam mengurangi jumlah air beton untuk membantu menghasilkan kekuatan awal dan kekuatan akhir tinggi. Namun untuk penggunaan di lapangan, pemilihan bahan tambah harus disesuaikan dengan situasi dan kondisi beton yang telah direncanakan.

Pemakaian bahan tambah yang berlebihan juga akan mengakibatkan beton tidak ekonomis, mengingat harga dari suatu bahan tambah sangat mahal. Pada Data Teknis PT. Sika Indonesia (2011), dosis yang harus diberikan untuk penggunaan *Sikacim Concrete Additive* dan Sikament- NN diantara 0,30% – 2,30% terhadap berat semen tergantung pada kelecakan dan kuat tekan beton yang diinginkan. Kondisi tersebut tentu saja mempersulit masyarakat baik penyedia jasa dan pengguna jasa konstruksi karena belum diketahui dengan jelas dosis atau takaran yang sesuai dengan kondisi material baik semen maupun agregat yang tersedia. Sehingga untuk mendapatkan hasil maksimal yang dapat diaplikasikan secara luas oleh masyarakat baik penyedia jasa dan pengguna jasa konstruksi, akan dibutuhkan penelitian untuk dapat mengetahui perbandingan kuat tekan beton antara additive *Sikacim Concrete Aditive* dan Sikament-NN yang dihasilkan melalui pengujian karakteristik kuat tekan beton dan pengukuran waktu pengerasandengan tiga persentase variasi bahan tambah *Sikacim Concrete Aditive* dan Sikament-NN yang berbeda yaitu 0%, 1%, 1,5%, dan 2% .

B. Rumusan Masalah

Pada penelitian ini terdapat beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Berapa perbedaan waktu pengerasan beton yang diperoleh akibat penggunaan bahan tambah (admixtures) berupa *Sikacim Concrete Additive* dan Sikament-NN dengan tiga persentase variasi berbeda

yaitu 0%, 1%, 1,5%, dan 2% ?

2. Berapa nilai kuat tekan beton yang dihasilkan dengan adanya penggunaan bahan tambah (admixtures) berupa *Sikacim Concrete Additive* dan Sikament-NN dengan tiga persentase variasi berbeda yaitu 0%, 1%, 1,5%, dan 2% dengan acuan mutu f'c 20 MPa?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui perbedaan waktu pengerasan beton yang diperoleh akibat penggunaan bahan tambah (admixtures) berupa *Sikacim Concrete Additive* dan Sikament-NN dengan tiga persentase variasi berbeda yaitu 0%, 1%, 1,5%, dan 2% .
2. Membandingkan nilai kuat tekan beton yang dihasilkan akibat adanya penggunaan bahan tambah (admixtures) berupa *Sikacim Concrete Additive* dan Sikament-NN dengan tiga persentase variasi berbeda yaitu 0%, 1%, 1,5%, dan 2% dengan acuan mutu f'c 20 MPa.

D. Batasan Masalah

Pada penelitian ini ada batasan-batasan permasalahan agar tidak menyimpang dari rumusan masalah di atas untuk membatasi ruang lingkup penelitian. Batasan-batasan tersebut adalah:

1. Perencanaan campuran beton berdasarkan SNI 7656-2012 (Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal).
2. Bahan campuran yang digunakan:
 - 1) Semen Portland.
 - 2) Agregat kasar berupa batu alami.
 - 3) Agregat halus berupa pasir alam.
 - 4) *Sikacim Concrete Additive*
 - 5) Sikament NN
3. Sampel beton menggunakan cetakan silinder ukuran tinggi 20 cm dan diameter 10 cm.

4. Bahan tambah (admixtures) yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Sikacim Concrete Additive* dan Sikament-NN dengan tiga persentase variasi berbeda yaitu 1%, 1,5%, dan 2%.
5. Pengujian material agregat halus berupa berat jenis (Specific Gravity), kadar air, kadar lumpur dan analisa saringan (sieve analysis). Sedangkan untuk pengujian agregat kasar berupa berat jenis (Specific Gravity), kadar lumpur, keausan agregat dan analisa saringan (Sieve Analysis).
6. Metode perencanaan campuran beton (Mix Design) menggunakan metode ACI 211.4R-08 tentang perencanaan beton.
7. Penggunaan bahan tambah dituangkan kedalam air terlebih dahulu. Setelah tercampur dengan air, kemudian dituangkan ke dalam wadah yang berisi material agregat halus, agregat kasar dan semen yang sudah tercampur secara homogen.
8. Perawatan yang dilakukan pada beton menggunakan metode *dry curing*
9. Pengukuran waktu pengerasan beton berdasarkan kekentalan campuran yang diukur dengan menghitung menit awal memasukkan kedalam cetakan hingga campuran mengeras.

E. Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian perbandingan kuat tekan beton antara additive *sikacim concrete additive* dan Sikament-NN beton yang dihasilkan melalui pengujian karakteristik kuat tekan beton dengan variasi kombinasi persentase bahan tambah *sikacim concrete additive* dan Sikament-NN diharapkan bermanfaat bagi:

1. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan dapat memberikan informasi yang jelas terhadap perbandingan kuat tekan beton antara additive *Sikacim Concrete Aditive* dan Sikament-NN yang dihasilkan melalui pengujian karakteristik kuat tekan beton dan pengukuran waktu pengerasan dengan tiga persentase yang berbeda yaitu 0%, 1%, 1,5%, dan 2% .
2. Penelitian ini diharapkan dapat memberi wawasan dan

menambah pengalaman dalam penerapan ilmu yang didapat selama kuliah.

F. Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan proposal ini penulis membagi materi yang akan disampaikan dalam beberapa bab yaitu:

BAB 1 Pendahuluan

Bab ini berisi penjelasan mengenai latar belakang penulisan, rumusan masalah, ruang lingkup penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika pembahasan.

BAB 2 Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi tentang teori beton, bahan penyusun campuran beton, slump beton dan waktu ikat, *Sikacim Concrete Additive*, sikamen NN. Teori-teori tersebut akan dihubungkan dengan penggunaan bahan tambah *Sikacim Concrete Additive* dan sikamen NN untuk mempercepat pengerasan beton.

BAB 3 Metode Penelitian

Bab ini berisi tentang penjelasan studi kasus yang berupa tinjauan pengamatan secara umum. Pembahasannya yakni mengenai jenis penelitian, lokasi dan waktu penelitian, objek penelitian, jenis dan sumber data penelitian, teknik pengumpulan data, teknik pengolahan data, serta teknik analisis data

BAB 4 Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini menyajikan data-data hasil analisis perbandingan percepatan pengerasan beton dengan menggunakan bahan tambah (*admixture*) *Sikacim Concrete Additive* dan sikamen NN dengan tiga persentase variasi yaitu 1%, 1,5%, 2%. Selain itu, bab ini akan menyajikan hasil uji kuat tekan beton dengan presentase penambahan *Sikacim Concrete Additive* dan sikamen NN dengan tiga persentase variasi yaitu 1%, 1,5%, 2%.

BAB 5 Kesimpulan dan Saran

Bab ini akan memberikan kesimpulan dari hasil analisis masalah serta saran -saran yang diusulkan penulis.

G. Keaslian Penelitian

Tabel 1 Keaslian Penelitian

Peneliti	Okta Nur Hidayat	Mira Setiawati	Fitra aulia ramadhani
Tahun Penelitian	2017	2021	2022
Judul Penelitian	Perencanaan Beton Mutu Tinggi Untuk Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Dengan Bahan Tambah Plastocrete Rt 06 Dan Sikament Nn Sebanyak 0%, 1,3% Dan 2%	Waktu ikat beton Dan kuat Tekan Beton Dengan Plastiment Vz	Perbandingan kuat tekan beton antara additive <i>Sikacim Concrete Aditive</i> dan Sikament-NN.
Variabel Penelitian	Kadar/proporsi bahan tambah (admixtures) yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebanyak 0%, 1,3% dan 2% dengan masing-masing umur rencana 28 hari.	Persentase Plastiment VZ adalah 0% - 0,5%. Pengujian yang dilakukan adalah Uji Kuat Tekan dan setting time	Presentase bahan tambah <i>Sikacim Concrete Additive</i> dan Sikament-NN sebanyak 1%, 1,5%, 2%. Ukuran benda uji, volume benda uji, berat benda uji, besar benda uji, perawatan beton, kuat tekan, waktu pengerasan beton, usia pengujian beton (14, 21, 28)

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Beton

Kata beton dalam bahasa Indonesia berasal dari kata yang sama dalam bahasa Belanda. Kata Concrete dalam bahasa Inggris berasal dari bahasa Latin Concretus yang berarti tumbuh bersama atau bergabung menjadi satu. Sedangkan dalam bahasa Jepang digunakan kata kotui-sai yang harafiahnya berarti material-material seperti tulang. Beton merupakan campuran semen, kerikil, dan pasir batu pecah atau agregat- agregat yang dicampur jadi satu dengan pasta yang terbuat dari semen dan air membentuk suatu masa mirip batuan.

Sejak semen ditemukan oleh Joseph Aspidin pada awal abad ke-19, penggunaannya dalam industri rekayasa konstruksi semakin meningkat pesat, hal tersebut dipengaruhi oleh kebutuhan bangunan modern yang umumnya menggunakan beton sebagai material strukturnya. Secara tipikal, beton diproduksi dengan menggunakan 12% semen, 8% air, dan 80% agregat berdasarkan beratnya. Hal ini memberi gambaran bahwa untuk memproduksi beton di seluruh dunia telah dipakai semen sebanyak 1,6 milyar ton, agregat (pasir dan batuan) 10 milyar ton, dan air 1 milyar ton. Selain itu jumlah agregat yang digunakan untuk pembuatan klinker semen mencapai 12,6 milyar ton. Keseluruhan proses produksi beton ini memberikan dampak buruk pada ekologi dan konsumsi energi di bumi, setiap tahunnya menghasilkan 1,35 milyar ton emisi gas rumah kaca atau berkontribusi sebesar 7% dari total emisi gas rumah kaca yang diproduksi dari industri-industri modern.

Menurut IR. Rachmat Purnomo et all. (2009 :20) Dalam Standar Nasional Indonesia SNI 03-2847:2002 beton merupakan bahan yang dapat di campurkan dengan semen portland atau semen hidrolik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat. Seiring dengan berjalannya waktu, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana ($f'c$) pada usia 28 hari. Beton memiliki daya kuat tekan yang baik.

Oleh karena, itu beton banyak dipakai atau dipergunakan untuk pemilihan jenis struktur terutama struktur bangunan, jembatan dan jalan.

Tinggi rendahnya kinerja beton tergantung pada karakteristik material penyusunnya dan material substitusi yang digunakan. Semakin baik interaksi kimiawinya maka karakteristik beton akan semakin baik. Bentuk material substitusi bervariasi, antara lain: berbentuk serat, bubuk, serbuk, bahkan cairan dengan hasil bervariasi ditampilkan melalui uji karakteristik mekanik, kimiawi, dan termal. Tidak semua material substitusi berhasil meningkatkan kinerja beton karena berbagai sebab seperti karakteristiknya yang tidak baik sehingga interaksinya dengan komponen-komponen lain pembentuk beton tidak efektif, demikian pula halnya dengan komposisi penyusun material substitusi yang pada tingkat tertentu justru menurunkan kinerja beton.

Menurut Decky Rochmanto (2018:1) Beton adalah material yang umum digunakan sebagai bahan konstruksi. Secara global beton terdiri dari dua bagian utama yaitu matriks dan agregat. Bagian pertama adalah matriks (pasta) yang mempunyai fungsi utama sebagai pengikat, matriks juga memberikan sumbangan kekuatan pada beton. bagian kedua adalah bahan inklusi (agregat) yang menyumbangkan sebagian besar kekuatan dari beton itu sendiri. agregat terdiri dari material anorganik yang biasanya berupa pecahan batu/kerikil dan pasir.

Secara sederhana beton dibentuk oleh pengerasan campuran semen, air, agregat halus (pasir) dan agregat kasar (batu pecahan kerikil). kadang-kadang ditambahkan campuran bahan lain (admixture) untuk memperbaiki kualitas beton.(Wiwoho mudjanarko. et all. 2019:24).

Tingkat mutu beton atau sifat-sifat lain yang hendak dicapai, dapat dihasilkan dengan perencanaan yang baik dalam pemilihan bahan-bahan pembentuk serta komposisinya. Beton yang dihasilkan diharapkan memenuhi ketentuan-ketentuan seperti kelecakan dan konsistensi yang memungkinkan pengerjaan beton dengan mudah tanpa menimbulkan segregasi atau pemisahan agregat dan bleeding, ketahanan terhadap kondisi khusus yang diinginkan, memenuhi kekuatan yang hendak dicapai, serta ekonomis dari segi biayanya (Pujo Aji, Rachmat Purwono,2010).

Beton memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing, yaitu:

1. Kelebihan

- 1) Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan keperluan konstruksi.
- 2) Mampu memiliki beban yang berat
- 3) Tahan terhadap temperatur yang tinggi dan biaya pemeliharaan yang kecil

2. Kekurangan

- 1) Bentuk yang sudah dibentuk sulit diubah.
- 2) Pelaksanaan pekerjaannya membutuhkan ketelitian yang tinggi dan berat.
- 3) Daya pantul surve yang besar (Amna dkk., 2014).

Menurut (Pane dkk., 2015) berdasarkan sifatnya, jenis-jenis pengujian betony ang dibutuhkan adalah:

1. Beton Segar

Slump, temperatur/suhu, faktor pemadatan, kadar udara.

2. Beton Keras

Kuat tekan, kuat tarik belah, kuat lentur, modulus elastisitas, permeabilitas, porositas, poison ratio, susut, rangkak.

Karakteristik beton yang baik dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kuantitas Beton

- 1) Kepadatan yaitu ruang yang ada pada beton sedapat mungkin terisi oleh agregat dan pasta semen.
- 2) Kekuatan yaitu beton harus mempunyai kekuatan daya tahan internal terhadap berbagai jenis kegagalan.
- 3) Faktor air semen harus terkontrol sehingga memenuhi persyaratankekuatan beton.
- 4) Tekstur permukaan beton harus mempunyai kerapatan dan kekerasan tekstur yang tahan segala cuaca.

2. Kualitas Beton

- 1) Kualitas semen.

- 2) Proporsi semen terhadap air dalam campurannya.
- 3) Kekuatan dan kebersihan agregat.
- 4) Adhesi atau interaksi antara pasta semen dan agregat.
- 5) Pencampuran yang cukup dari bahan pembentuk beton.
- 6) Perawatan pada temperatur yang tidak lebih rendah dari 50°F.
- 7) Kandungan chlorida tidak melebihi 0,15% dalam beton ekspos dan 1% dalam beton terlindung.

Beton adalah suatu massa yang terjadi dengan mencampurkan bahan semen, air dan agregat dan bahan tambah (admixture) bila diperlukan. Beton dapat diklasifikasikan atas :

1. Beton Non Struktural

Beton non struktural yaitu beton yang hanya terdiri dari bahan campuran semen, air dan agregat serta bahan tambah (admixture) bila diperlukan.

2. Beton Struktural

Beton struktural yaitu beton yang menggunakan bahan campuran semen, air, agregat dan bahan tambah bila diperlukan serta baja tulangan (besi beton). Perbaikan kualitas serta sifat beton dapat dilakukan dengan berbagai cara antara lain dengan mengganti maupun menambah material pokok semen dan agregat, sehingga dihasilkan beton dengan sifat-sifat spesifik seperti beton ringan, beton berat, beton tahan bahan kimia tertentu dan sebagainya. Beton serat (*Fibre Reinforced Concrete*) merupakan modifikasi beton konvensional dengan menambahkan serat pada adukannya. Serat yang digunakan dapat dibuat dari berbagai jenis bahan antara lain kawat, plastik, limbah kain, bambu, dan lain-lain. Beton serat didefinisikan sebagai beton yang terbuat dari campuran semen, agregat halus, agregat kasar dan sejumlah kecil serat/fiber. Bahan-bahan serat yang dapat digunakan untuk perbaikan sifat beton pada beton serat antara lain baja, plastik, kaca, karbon serta serat dari bahan alami seperti ijuk, rami maupun serat dari tumbuhan lain (Suhardiman, 2011). Penelitian beton serat atau beton fiber sudah dilakukan diantaranya oleh Apriyatno

Henry (2010), Abdul Halim (2011), A M Shende dan A M Pande dan M Gulfam Pathan (2012), Ngudiyono (2012), Agustinus Wahjono (2013), Komal Chawla dan Bharti Tekwani (2013), Kolawole Adisa Olonade dan Adewale Donyinsola Alake (2013), Rajarajeshwari B Vibhuti dan Radhakrishna dan Aravind N (2013), Wahyudi dan Edison dan Ariyanto (2013). Dari penelitian-penelitian tersebut diperoleh hasil bahwa penggunaan fiber mampu memperbaiki sifat-sifat mekanik beton seperti kuat tekan, kuat tarik, kuat geser, kuat lentur, daktilitas dan ketahanan terhadap kejut (Aslamthu & Andayani, 2017).

B. Beton Normal

Menurut (W. Mudjanarko 2018:47) Pengertian beton dalam standar SNI 03- 2834-2000 Tentang tata cara pembuatan campuran beton normal:

1. Beton adalah campuran antara semen Portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air atau tanpa bahan tambah membentuk massa padat.
2. Beton normal adalah beton yang mempunyai berat isi (2200 – 2500) kg / m³ menggunakan agregat yang di pecah.
3. Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil desintegrasi secara alami dari batu atau pasir yang di hasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5,0 mm.
4. Agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batu pecah yang di peroleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5 mm – 40 mm.
5. Kuat tekanan beton yang di saratkan f'_c adalah kuat tekanan yang di tetapkan oleh perencanaan struktur (berdasarkan benda uji berbentuk silinder 150 mm, tinggi 300 mm)
6. Kuat tekanan beton yang di targetkan f_{cr} adalah kuat tekanan rata-rata yang di harapkan dapat di capai yang lebih besar dari f'_c .
7. Kadar air bebas adalah jumlah air yang di campur ke dalam beton untuk mencapai konsistensi tertentu, tidak termasuk air yang di serap oleh agregat.

8. Faktor air semen adalah angka perbandingan antara berat air bebas dan berat semen dalam beton.
9. Slump adalah salah satu ukuran kekentalan adukan beton di nyatakan dalam mm di tentukan dengan alat kerucut abram (SNI 03- 1972- 1990 tentang metode pengujian Slump Beton Semen Portland).
10. Pozolan adalah bahan yang mengandung silica omorf, apabila dicampur dengan kapur dan air akan membentuk benda padat yang keras dan bahan yang tergolongkan pozolan adalah tras, semen merah, abu terbang, dan bubukan terak tanur tinggi.
11. Semen Portland-Pozolan adalah campuran semen porland dengan pozolan antara 15%-14% berat total campuran dan kandungan $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ dalam pozolan minimum 70%.
12. Semen Portland tipe I adalah semen porland untuk penggunaan umum tanpa persyaratan khusus.
13. Semen Portland tipe II adalah semen porlan yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan kalor hidrasi sedang.
14. Semen Portland tipe III adalah semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap pemulaan setelah pengikatan terjadi.
15. Semen Portland tipe IV adalah semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat
16. bahan tambahan yang di tambahkan pada campuran bahan pembuatan beton untuk tujuan tertentu.

Menurut Tjokrodimuljo (2007:49) dalam Wiwoho Mudjanarko Beberapa material pembentuk beton tersebut dicampur merata dengan dengan perbandingan tertentu menghasilkan campuran yang sifat plastis sehingga dapat di tuang ke dalam cetakan untuk mendapatkan bentuk yang di inginkan. bila campuran itu di biarkan akan semakin mengeras seiring dengan berjalannya waktu karena reaksi kimia yang terjadi antara air dan semen

Menurut Wuryati S. dan Candra R (2001), dalam bidang bangunan yang dimaksud dengan beton adalah campuran dari agregat halus dan agregat kasar (pasir, kerikil, batu pecah atau jenis agregat lain) dengan semen yang dipersatukan oleh air dalam perbandingan tertentu. Beton normal adalah beton yang mempunyai berat isi 2200 kg/m³ sampai dengan 2500 kg/m³ dan dibuat dengan menggunakan campuran antara semen portland atau semen hidrolis yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan tambahan, membentuk masaa yang padat, kuat, dan stabil (SNI 7656-2012). Menurut Mulyono (2004), mengungkapkan bahwa beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolik, agregat kasar, agregat halus, air, dan bahan tambah.

C. Kelas Dan Mutu Beton

Dalam Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 (PBI 1971 N.I.-2) dijelaskan kelas dan mutu beton dibagi menjadi tiga kelas yaitu :

1. Beton Kelas I

Beton kelas I adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan nonstruktur. Untuk pelaksanaannya tidak diperlukan keahlian khusus. Pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan ringan terhadap mutu bahan-bahan, sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan.

2. Beton Kelas II

Beton Kelas II adalah beton untuk pekerjaan struktur secara umum. Pelaksanaannya memerlukan keahlian yang cukup dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga ahli. Beton Kelas II di bagi dalam mutu standar: B1, K125, K175, dan K225. Pada mutu B1, pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan sedang terhadap mutu bahan, sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Pada mutu K125, K175, dan K225, pengawasan mutu terdiri dari pengawasan yang ketat terhadap mutu bahan dengan mengharuskan pemeriksaan kuat tekan beton secara kontinyu.

3. Beton Kelas III

Beton Kelas III adalah beton untuk pekerjaan struktural di mana di pakai mutu beton dengan kekuatan tekan karakteristik yang lebih tinggi dari 225 kg/cm². Pelaksanaannya memerlukan keahlian khusus dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga ahli. Disyaratkan adanya laboratorium beton dengan peralatan yang lengkap yang dilayani oleh tenaga ahli yang dapat melakukan pengawasan mutu beton secara kontinyu.

4. Beton Kelas IV

Beton dibedakan dalam dua kelompok besar, yaitu :

1) Beton Keras

Sifat-sifat beton keras yang penting adalah kekuatan karakteristik, kekuatan tekan, tegangan dan regangan, susut dan rangkai, reaksi terhadap temperatur, keawetan dan kedap terhadap air . Dari semua sifat tersebut yang terpenting adalah kekuatan tekan beton karena merupakan gambaran dari mutu beton yang ada kaitannya dengan struktur beton.

2) Beton segar

Beton segar adalah campuran beton yang telah selesai diaduk sampai beberapa saat, karakteristiknya tidak berubah (masih plastis dan belum terjadi pengikatan) (SNI 03-3976-1995). Ada beberapa hal penting yang harus dipenuhi ketika membuat beton segar antara lain yaitu :

- Sifat-sifat penting yang harus dimiliki beton segar dalam jangka waktu yang lama , seperti kekuatan, keawetan, dan kestabilan volume.
- Sifat-sifat yang harus dipenuhi dalam jangka waktu pendek ketika beton dalam kondisi plastis (workability) atau kemudahan pengerjaan tanpa adanya bleeding dan segregation

D. Bahan Penyusun Campuran Beton

Kualitas beton yang dihasilkan dari campuran bahan-bahan dasar penyusun beton meliputi kekuatan dan keawetan. Sifat-sifat beton sangat ditentukan oleh sifat bahan penyusunnya, nilai perbandingan dari bahan-

bahan penyusunnya, cara pengadukan, cara pengerjaan selama penuangan adukan beton ke dalam cetakan beton, cara pemadatan dan cara perawatan selama proses pengerasan. Susunan beton secara umum, yaitu: 7-15 % semen, 16-21 % air, 25-30% pasir, dan 31-50% kerikil. Kekuatan beton terletak pada perbandingan jumlah semen dan air, rasio perbandingan air terhadap semen (W/C ratio) yang semakin kecil akan menambah kekuatan (compressive strength) beton. Kekuatan beton ditentukan oleh perbandingan air semen, selama campuran cukup plastis, dapat dikerjakan dan beton itu dipadatkan sempurna dengan agregat yang baik (Nugraha dan Antoni, 2007). Beton mempunyai karakteristik yang spesifikasinya terdiri dari beberapa bahan penyusun sebagai berikut :

1. Semen

Semen adalah perekat hidrolis yang berarti bahwa senyawa-senyawa yang terkandung di dalam semen tersebut dapat bereaksi dengan air dan membentuk zat baru yang bersifat sebagai perekat terhadap batuan.

Semen dapat dibedakan menjadi 2 kelompok yaitu semen non hidrolis dan semen hidrolis. Semen hidrolis mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras didalam air. Contoh semen hidrolis antara lain semen portland, semen pozzolan, semen alumina, semen terak, semen alam dan lain-lain. Lain halnya dengan semen hidrolis, semen non hidrolis tidak dapat mengikat dan mengeras didalam air, akan tetapi dapat mengeras di udara. Contoh utama dari semen non hidrolis adalah kapur (Mulyono, 2003).

Menurut ASTM C150 (1985), semen Portland didefinisikan sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari Kalsium, Sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya. Semen Portland yang digunakan di Indonesia harus memenuhi Standar Uji Bahan Bangunan Indonesia 1986 atau SII.0013-81 yang diadopsi dari ASTM C150 (1985). Semakin halus semen, akan menurunkan workabilitas beton segar. Semen membutuhkan lebih banyak air karena luas permukaannya makin bertambah dan reaksi hidrasi akan berjalan lebih cepat.

Semen terbagi dalam beberapa jenis yaitu:

- 1) Semen Abu atau semen Portland adalah bubuk (bulk) berwarna abu kebiru-biruan, dibentuk dari bahan utama batu kapur/gamping dengan kadar Kalsium tinggi yang diolah dalam tanur dengan suhu 1400oC dan dengan tekanan yang tinggi. Semen ini biasa digunakan sebagai perekat untuk memplester. Semen ini berdasarkan persentase kandungan penyusunannya terdiri dari 5 tipe, yaitu tipe I sampai tipe V. Semen Putih (gray cement) adalah semen yang lebih murni dari semen abu dan digunakan untuk pekerjaan penyelesaian (finishing), sebagai filler atau pengisi. Semen jenis ini dibuat dari bahan utama kalsit (calcite) murni.
- 2) Oil Well Cement atau semen sumur minyak adalah semen khusus yang digunakan dalam proses pengeboran minyak bumi atau gas alam, baik di darat maupun di lepas pantai.
- 3) Mixed dan Fly Ash Cement adalah campuran semen abu dengan Pozzolan buatan (fly ash). Pozzolan buatan (fly ash) merupakan hasil sampingan dari pembakaran batu bara yang mengandung Amorphous Silica, Aluminium, dan Oksida lainnya dalam variasi jumlah. Semen ini digunakan sebagai campuran untuk membuat beton, sehingga menjadi lebih keras.

Pada umumnya beton lebih sering menggunakan semen jenis Portland yaitu semen dengan bahan penyusun terdiri dari silica, kapur, dan alumina. Semen Portland berfungsi sebagai bahan ikat pada beton. Semen apabila diaduk dengan air akan menjadi pasta, dan apabila diaduk dengan air dan pasir akan menjadi mortar semen, kemudian apabila ditambah dengan kerikil atau batu pecah akan menjadi beton. Fungsi semen adalah untuk merekatkan butir-butir agregat pada beton agar menjadi suatu massa padat. Semen juga berfungsi untuk mengisi rongga-rongga antar butiran agregat. Semen biasanya hanya mengisi 10% dari keseluruhan volume beton (Tjokrodimuljo, 1996).

Jenis semen berpengaruh terhadap kuat tekan beton, sesuai dengan tujuan penggunaannya. Hasil pengujian kuat tekan sangat dipengaruhi oleh FAS dan jumlah semennya yang merupakan faktor penentu kuat

tekan beton. Beton dengan perekat berupa PCC mampu mengembangkan kekuatan yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan beton dengan perekat lainnya. Perkembangan kuat tekan yang cepat serta nilai kuat tekan yang lebih tinggi yang dihasilkan oleh beton dengan perekat PCC dibandingkan dengan beton dengan perekat PCI maupun PPC dapat dihubungkan dengan properti kimia dan fisik serta jenis bahan anorganik yang ditambahkan dalam semen-semen tersebut.

Semen yang digunakan yaitu portland cement salah satu bahan yang digunakan dalam penelitian ini. Pentingnya penggunaan semen dalam kemudahan pengerjaan (*workability*) karena semen sebagai bahan pengikat dalam pembuatan beton. Fungsi semen adalah bereaksi dengan air menjadi pasta semen. Pasta semen berfungsi untuk melekatkan butir-butir agregat agar menjadi di suatu kesatuan. Selain itu pasta semen mengisi rongga-rongga antara butir-butir agregat. Walaupun volume semen hanya kira-kira 10% saja dari volume beton (Saifuddin, 2013). Semen merupakan pengisi pori-pori antara butiran-butiran agregat halus dan agregat kasar juga. Pada *workability* sifat semen sangat penting untuk mengetahui bagaimana ketika semen itu di campurkan dalam adukan beton sehingga mengikat dan menghaluskan bentuk beton (Hargono, 2009).

2. Air

Air merupakan bahan yang penting juga dalam pembuatan suatu campuran beton. Air yang dicampur dengan semen akan membungkus agregat halus dan agregat kasar menjadi satu kesatuan. Pencampuran semen dan air akan menimbulkan suatu reaksi kimia yang disebut dengan istilah reaksi hidrasi. Dalam reaksi hidrasi komponen-komponen pokok dalam semen bereaksi dengan molekul air membentuk hidrat atau produksi hidrasi. Dalam pembuatan campuran beton, hendaknya digunakan air yang bersih yang tidak tercampur dengan kotoran-kotoran kimia yang memungkinkan timbulnya reaksi sampingan dari reaksi hidrasi. Hampir semua air alami yang dapat diminum dan tidak memiliki rasa atau bau dapat digunakan sebagai air pencampuran dalam pembuatan beton. Adanya kotoran yang berlebih pada air tidak saja berpengaruh pada waktu

pengerasan beton, kekuatan beton, dan stabilitas volume (perubahan panjang), namun juga dapat mengakibatkan pengkristalan atau korosi tulangan. Sedapat mungkin air dengan konsentrasi padatan terlarut sebaiknya dihindari. Dalam proses pembuatan beton, air memegang peranan penting karena nilai perbandingan jumlah air dan semen atau faktor air semen (*w/c ratio*) akan berpengaruh pada :

- 1) Kekuatan beton (*strength of concrete*)
- 2) Kemudahan pengerjaan (*workability*)
- 3) Kestabilan volume (*volume stability*)
- 4) Keawetan beton (*durability of concrete*)

Air yang digunakan dalam campuran beton harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam alkali zat organik atau bahan lainnya yang dapat merusak beton atau tulangan. Air yang dipakai dalam pembuatan beton pra- tekan dan beton yang akan ditanami logam aluminium (termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat) tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan (ACI 318-89: 2-2). Untuk perlindungan terhadap korosi, konsentrasi ion klorida maksimum yang terdapat dalam beton yang telah mengeras pada umur 28 hari yang dihasilkan dari bahan campuran termasuk air, agregat, bahan bersemen dan bahan campuran tambahan tidak boleh melampaui nilai batas yang telah ditentukan.

Perbandingan antara jumlah berat air dengan jumlah berat semen (*rasio air semen*) memegang peranan vital dalam hal kuat tekan beton. Jumlah air yang terlalu banyak akan menurunkan mutu beton, sedangkan jumlah air yang sedikit akan menimbulkan permasalahan dalam pelaksanaan konstruksi, karena beton menjadi sulit dicetak. Karena beton harus cukup kuat dan mudah untuk dicetak, maka keseimbangan antara berat air dan semen harus mendapat perhatian yang cukup (Setiawan, 2016).

Jumlah air dalam campuran sangat mempengaruhi plastisitas atau kelacakan campuran beton. Kekuatan, ketahanan (*durabilitas*), kedapannya beton berhubungan dengan faktor perbandingan air dan semen. Faktor air-semen yang kecil akan menghasilkan beton yang lebih kuat dan tahan.

Tetapi jumlah air yang terlalu sedikit akan menghasilkan beton yang sangat kaku, sulit dikerjakan dalam pencampuran, pengecoran, dan pemadatan serta dapat menyebabkan proses hidrasi yang tidak sempurna sehingga dapat mengurangi kekuatan beton. Sebaliknya jumlah air yang terlalu banyak menjadikan campuran lebih encer sehingga mudah dikerjakan, tetapi pasta pengikat lebih lemah sehingga mengurangi kekuatan beton. Selain itu kelebihan air yang terperangkap di antara butiran dapat menguap dan meninggalkan rongga-rongga (void).

3. Agregat

Secara umum agregat dapat di bedakan dari ukuran bentuknya yang dapat di bedakan menjadi dua, yaitu agregat kasar dan agregat halus. batasan ukuran 4.80 mm, British Standard, atau 4.75 mm, standar ASTM. Agregat kasar dinyatakan untuk batuan yang ukurannya lebih besar dari 4.80 mm (4.75 mm) dan agregat halus lebih kecil dari 4.80 mm (4.75 mm) untuk ukuran lebih besar dari 4.80 mm di bagi lagi menjadi dua, yaitu untuk diameter antara 4.80-40 mm di sebut kerikil beton dan yang lebih besar lagi di sebut kerikil kasar.

Agregat yang digunakan dalam campuran beton biasanya lebih kecil dari 40 mm, untuk yang lebih besar dari 40 mm digunakan untuk pekerjaan sipil yang lainnya, misalnya untuk pekerjaan jalan, tanggul penahan tanah, bronjong, atau bendungan dan lainnya. agregat halus biasanya dinamakan pasir dan agregat kasar di nakan kerikil, split, batuh pecah, kricak, dan lainnya. (Tri mulyono . (2021:331).

Agregat merupakan butiran mineral alami atau buatan yang berfungsi sebagai bahan pengisi campuran beton. Agregat menempati 70 % volume beton, sehingga sangat berpengaruh terhadap sifat ataupun kualitas beton, sehingga pemilihan agregat merupakan bagian penting dalam pembuatan beton. Agregat dapat di bedakan menjadi dua golongan jika dilihat dari sumbernya yaitu agregat yang berasal dari alam dan agregat buatan (artificial aggregates). agregat yang berasal dari sumber alam, yaitu pasir alami dan kerikil, sedangkan yang buatan berasal dari stone crusher ataupun hasil dari residu terak tanur tinggi (blast furnace slag) pecahan genteng, pecahan beton, fly ash dari residu PLTU, extended shal, expanded slag, dan lainnya. sumber daya alam dari batu-batuan

(deposits) yang di bedakan menjadi tiga yaitu :Quarry batu-batuan dari bedrock ; pasir dari sungai dan batu-batuan yang di gali ; pasir dari pesisir pantai dan susmur-sumur yyang mengandung pasir dan batu-batuan. (Tri mulyono (2021:332).

Sifat yang paling penting dari suatu agregat (batu-batuan, kerikil, pasir, dan lain sebagainya) ialah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan, yang dapat mempengaruhi ikatannya dengan pasta semen, porositas dan karekteristik penyerapan air yang mempengaruhi daya tahan terhadap agresi kimia, serta ketahanan terhadap penyusutan (Nugraha, 2007). Agregat dapat dibedakan atas dua jenis yaitu: agregat alam dan agregat buatan (pecahan). Agregat alam dan buatan inipun dapat dibedakan berdasarkan beratnya, asalnya, diameter butirnya (gradasi) dan tekstur permukaannya.

4. Agregat Halus (Pasir)

Agregat halus (pasir) berasal dari hasil disintegrasi alami dari batuan alam atau pasir buatan yang dihasilkan dari alat pemecah batu (stone crusher) dan mempunyai ukuran butir 5 mm. Agregat alami yang digunakan untuk agregat campuran beton dapat digolongkan menjadi 3 macam, yaitu:

- 1) Pasir galian Pasir golongan ini diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali terlebih dahulu. Pasir ini biasanya tajam, bersudut, berpori dan bebas dari kandungan garam, tetapi biasanya harus dibersihkan dari kotoran tanah dengan cara mencucinya.
- 2) Pasir sungai Pasir ini diperoleh langsung dari dasar sungai, umumnya berbutir halus, bulatbulat akibat proses gesekan. Daya lekat antar butir– butir agak kurang karena butir yang bulat. Karena besar butir–butirnya kecil, maka baik dipakai untuk memplaster tembok, juga dapat dipakai untuk keperluan yang lain.
- 3) Pasir laut Pasir laut ini adalah pasir yang diambil dari pantai. Butir–butirnya halus dan bulat karena gesekan. Pasir ini merupakan pasir yang paling jelek karena banyak mengandung garam-garaman. Garam- garaman ini menyerap kandungan air dari udara dan ini

mengakibatkan pasir selalu agak basah dan juga menyebabkan pengembangan bila sudah menjadi bangunan.

Menurut ASTM C33 (1982) agregat halus merupakan agregat yang semua butirannya menembus ayakan berlubang 4,75 mm yang biasanya disebut pasir. Jenis agregat ini dapat dibedakan lagi menjadi:

- 1) Pasir halus: \emptyset 0 - 1 mm
- 2) Pasir kasar: \emptyset 1 - 5 mm

Agregat halus dan pasir mempengaruhi proses reaksi pada hidrasi semen dalam beton. Fungsi agregat dalam design campuran beton adalah sebagai pengisi. Ditinjau dari berat jenis agregat halus yang digunakan maka beton yang dihasilkan dapat berbobot ringan, normal atau berat. Persyaratan gradasi agregat halus dapat dilihat pada tabel berikut :

Ukuran Saringan	Presentasi Lolos Saringan (%)
9,5 mm (3/8 in)	100
4,75 mm (No. 4)	95-100
2,36 mm (No. 8)	80-100
1,18 mm (No. 16)	50-85
600 μ m (No.30)	25-60
300 μ m (No. 50)	5-30
150 μ m (No. 100)	0-10

Tabel 2 Persyaratan gradasi untuk agregat halus
(Sumber : ASTM C33-03)

5. Agregat Kasar (Kerikil)

Agregat kasar merupakan agregat yang semua butirannya tertinggal di atas ayakan 4,75 mm (ASTM C33, 1982), yang biasanya disebut kerikil. Material ini merupakan hasil disintegrasi alami batuan atau hasil dari industri pemecah batu. Butir-butir agregat harus bersifat kekal, artinya tidak pecah ataupun hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari atau hujan. Persyaratan gradasi agregat halus dapat dilihat pada tabel berikut :

Ukuran saringan	Presentasi lolos saringan (%)
2 in (50 mm)	100

Ukuran saringan	Presentasi lolos saringan (%)
1,5 in (38 mm)	95-100
3/4 in (19 mm)	35-70
3/8 in (9,5 mm)	10-30
No. 4 (4,75 mm)	0-5

Tabel 3 Tabel persyaratan gradasi untuk agregat

(Sumber : ASTM C33-03)

Menurut ASTM C33 (1986), agregat kasar untuk beton harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- 1) Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% terhadap berat kering. Apabila kadar lumpur melampaui 1% maka agregat kasar harus dicuci.
- 2) Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat reaktif alkali.
- 3) Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan ayakan harus memenuhi syarat-syarat:
 - Sisa diatas ayakan 31,5 mm lebih kurang 0% berat total
 - Sisa diatas ayakan 4 mm lebih kurang 90% - 98% berat total
 - Selisih antara sisa-sisa komulatif diatas dua ayakan yang berurutan adalah maksimum 60% berat total, minimum 10% berat total.
 - Berat butir agregat maksimum tidak boleh lebih dari 1/5 jarak terkecil antara bidang-bidang samping cetakan, 1/3 dari tebal plat atau 3/4 dari jarak besi minimum antara tulang-tulangan.

Pemeriksaan material agregat kasar ini sesuai dengan standar ASTM C33 (1986), agregat kasar diteliti terhadap:

- 1) Modulus kehalusan.
- 2) Berat jenis.
- 3) Penyerapan (Absorpsi).
- 4) Kadar air.

- 5) Kadar lumpur.
- 6) Berat isi.
- 7) Keausan agregat.

Dalam workability agregat kasar berfungsi sebagai pengisi volume rongga yang berkurang. Agregat kasar sangat penting dalam pencampuran beton karena akan menghasilkan beton yang padat sehingga membuat beton kuat terhadap pembebanan. Agregat kasar yang baik dan memenuhi syarat untuk digunakan sebagai campuran dalam pembuatan beton. Pada umumnya agregat kasar harus memenuhi syarat sebagai berikut:

- 1) Agregat dengan besar butir lebih dari 5 mm.
- 2) Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir pipih hanya dapat dipakai apabila jumlah butir-butir pipih tersebut tidak melampaui 20% dari berat agregat seluruhnya.
- 3) Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% maka (ditentukan terhadap berat kering).
- 4) Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat yang relatif alkali.

6. Bahan Tambah (Admixture)

Bahan tambah (Admixture) adalah bahan-bahan yang ditambahkan ke dalam campuran beton pada saat atau selama percampuran berlangsung. Fungsi dari bahan ini adalah untuk mengubah sifat-sifat dari beton agar menjadi lebih cocok untuk pekerjaan tertentu, atau untuk menghemat biaya.

Bahan tambah (Admixture) adalah bahan selain unsur pokok beton (air, semen, dan agregat yang ditambahkan ke dalam campuran beton pada saat atau selama percampuran berlangsung. Tujuannya adalah untuk mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segar, setelah mengeras, untuk pekerjaan tertentu, atau untuk menghemat biaya. Bahan tambah ini biasanya diberikan dalam jumlah yang relatif sedikit, dan pengawasan yang ketat harus diberikan agar tidak berlebihan yang justru akan dapat memperburuk sifat beton. Sifat-sifat

beton yang diperbaiki itu antara lain kecepatan hidrasi (waktu pengikatan), kemudahan pengerjaan, dan kedekatan terhadap air. Tujuan menggunakan bahan tambah (admixtures) di beton adalah :

- Untuk meningkatkan workability tanpa mengubah kadar air.
- Untuk mengurangi kadar air tanpa mengubah workability.
- Untuk memberikan pengaruh terhadap kombinasi diatas.
- Untuk menyesuaikan waktu pengerasan beton.
- Untuk mengurangi segregasi dan bleeding.
- Untuk meningkatkan pumpability.
- Untuk mempercepat laju kekuatan diawal usia.
- Untuk meningkatkan kekuatan.
- Untuk meningkatkan daya tahan (durability) dan mengurangi permeabilitas.
- Untuk mengimbangi penggunaan agregat yang jelek

Admixture atau bahan tambah yang didefinisikan dalam Standard Definitions of terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates (ASTM C.125- 1995:61) dan dalam Cement and Concrete Terminology (ACI SP-19) adalah sabagai material selain air, agregat dan semen hidrolik yang dicampurkan dalam beton atau mortar yang ditambahkan sebelum atau selama pengadukan berlangsung. Bahan tambah digunakan untuk memodifikasi sifat dan karakteristik dari beton misalnya untuk dapat dengan mudah dikerjakan, mempercepat pengerasan, menambah kuat tekan, penghematan, atau untuk tujuan lain seperti penghematan energi (Mulyono, 2003). Bahan tambah biasanya diberikan dalam jumlah yang relatif sedikit, dan harus dengan pengawasan yang ketat agar tidak berlebihan yang justru akan dapat memperburuk sifat beton.

Menurut SK SNI S-18-1990-03 (Spesifikasi Bahan Tambahan Untuk Beton, 1990), bahan tambah kimia dapat dibedakan menjadi 5 (lima) jenis yaitu :

- 1) Bahan tambah kimia untuk mengurangi jumlah air yang dipakai. Dengan pemakaian bahan tambah ini diperoleh adukan dengan faktor air semen lebih rendah pada nilai kekentalan yang sama, atau

diperoleh kekentalan adukan yang lebih encer pada faktor air semen yang sama.

- 2) Bahan tambah kimia untuk memperlambat proses ikatan beton. Bahan ini digunakan misalnya pada satu kasus dimana jarak antara tempat pengadukan beton dan tempat penuangan adukan cukup jauh, sehingga selisih waktu antara mulai pencampuran dan pemadatan lebih dari 1 jam.
- 3) Bahan tambah kimia untuk mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton. Bahan ini digunakan jika penuangan adukan dilakukan di bawah permukaan air, atau pada struktur beton yang memerlukan waktu penyelesaian segera, misalnya perbaikan landasan pacu pesawat udara, balok prategang, jembatan dan sebagainya.
- 4) Bahan tambah kini berfungsi ganda, yaitu untuk mengurangi air dan memperlambat proses ikatan.
- 5) Bahan kimia berfungsi ganda, yaitu untuk mengurangi air dan mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton.

Tri Mulyono menyebutkan dalam bukunya bahwa bahan tambah dibagi menjadi tujuh tipe yaitu :

- 1) Tipe A "Water-Reducing Admixture" Water-Reducing Admixture adalah bahan tambah yang mengurangi air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu.
- 2) Tipe B "Retarding Admixtures" Retarding Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi untuk menghambat waktu pengikatan beton. Penggunaannya untuk menunda waktu pengikatan beton misalnya karena kondisi cuaca yang panas, atau memperpanjang waktu untuk pemadatan untuk menghindari cold joints dan menghindari dampak penurunan saat beton segar pada saat pengecoran dilaksanakan.
- 3) Tipe C "Accelerating Admixture" Accelerating Admixture adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mempercepat pengikatan dan

pengembangan kekuatan awal beton.

- 4) Tipe D “Water Reducing and Retarding Admixture” Water Reducing and Retarding Admixture adalah bahan tambah yang berfungsi ganda yaitu mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan menghambat pengikatan awal.
- 5) Tipe E “Water Reducing and Accelerating Admixture” Water Reducing and Accelerating Admixture adalah jenis bahan tambah yang berfungsi ganda yaitu untuk mengurangi jumlah air pengaduk yang diperlukan pada beton tetapi tetap memperoleh adukan dengan konsistensi tertentu sekaligus mempercepat proses pengikatan awal dan kekuatan akhir yang tinggi serta mempercepat pengerasan beton. Beton yang ditambah dengan bahan tambah jenis ini akan dihasilkan beton dengan waktu pengikatan yang cepat serta kadar air yang rendah tetapi tetap workable. Dengan menggunakan bahan ini diinginkan beton yang mempunyai kuat tekan tinggi dengan waktu pengikatan yang lebih cepat (beton mempunyai kekuatan awal yang tinggi).
- 6) Tipe F “Water Reducing, High Range Admixture” Water Reducing, High Range Admixture adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih serta mempercepat proses pengikatan awal tinggi. Kadar pengurangan air dalam bahan tambah ini lebih tinggi sehingga diharapkan kekuatan beton yang dihasilkan lebih tinggi. Dengan menambahkan bahan ini ke dalam beton, diinginkan untuk mengurangi jumlah air pengaduk dalam jumlah yang cukup tinggi sehingga diharapkan kekuatan beton yang dihasilkan tinggi dengan jumlah air sedikit, tetapi tingkat kemudahan pekerjaan (workability beton) juga lebih tinggi. Jenis bahan tambah ini dapat berupa superplasticizer. Bahan jenis ini pun termasuk dalam bahan kimia tambahan yang baru dan disebut sebagai bahan tambah kimia tambahan yang baru dan disebut sebagai bahan tambah kimia

pengurang air. Dosis yang disarankan adalah 1% sampai 2% dari berat semen. Dosis yang berlebihan akan menyebabkan menurunnya kekuatan tekan beton.

- 7) Tipe G “Water Reaching, High Range Retarding Admixture” Water Reaching, High Range Retarding Admixture adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih dan juga untuk menghambat pengikatan beton. Jenis bahan tambah ini merupakan gabungan superplasticizer dengan menunda waktu pengikatan beton. Biasanya digunakan untuk kondisi pekerjaan yang sempit karena sedikitnya sumber daya yang mengelola beton yang disebabkan oleh keterbatasan ruang kerja.

E. Slump Beton dan Waktu Pengerasan Beton

Pengambilan nilai slump dilakukan untuk masing–masing campuran baik pada beton standar maupun beton yang menggunakan additive dan bahan penambah (admixture). Pengujian slump dilakukan terhadap beton segar yang dituangkan kedalam wadah kerucut terpancung. Pengisian dilakukan dalam tiga lapisan adalah 1/3 dari tinggi kerucut. Masing-masing lapisan harus dipadatkan dengan cara penusukan sebanyak 25 kali dengan menggunakan tongkat besi anti karat. Setelah penuh sampai permukaan atasnya diratakan dengan menggunakan sendok semen. Kemudian kerucut diangkat keatas secara vertikal dan slump dapat diukur dengan cara mengukur perbedaan tinggi antara wadah dengan tinggi beton setelah wadah diangkat. Tingkat kemudahan pengerjaan berkaitan erat dengan tingkat kelecakan atau keenceran adukan beton. Makin cair adukan maka makin mudah cara pengerjaannya. Untuk mengetahui kelecakan suatu adukan beton biasanya dengan dilakukan pengujian slump. Semakin tinggi nilai slump berarti adukan beton makin mudah untuk dikerjakan.

Dalam praktek, ada tiga macam tipe slump yang terjadi yaitu:

- 1) Slump sebenarnya, terjadi apabila penurunannya seragam tanpa ada yang runtuh.

- 2) Slump geser, terjadi bila separuh puncaknya bergeser dan tergelincir kebawah pada bidang miring.
- 3) Slump runtuh, terjadi bila kerucut runtuh semuanya.

Nilai slump digunakan sebagai petunjuk ketepatan jumlah pemakaian air dalam hubungannya dengan faktor air semen (FAS) yang ingin dicapai. Waktu pengadukan lamanya tergantung pada kapasitas isi mesin pengaduk, jumlah adukan, jenis serta susunan butir bahan penyusun, dan slump beton, pada umumnya tidak kurang dari 90 detik dimulai semenjak pengadukan, dan hasil umumnya menunjukkan susunan dan warna merata. Sesuai dengan tingkat mutu beton yang dihasilkan akan memberikan :

- 1) Keenceran dan kekentalan adukan yang memungkinkan pengerjaan beton (penuangan, perataan, pemadatan) dengan mudah kedalam adukan tanpa menimbulkan kemungkinan terjadinya segregasi atau pemisahan agregat.
- 2) Ketahanan terhadap kondisi lingkungan khusus (kedap air, korosi, dan lainlain).
- 3) Memenuhi uji kuat tekan yang hendak dipakai.

Waktu pengerasan beton berdasarkan SNI 03-2495-1991 Spesifikasi ini memuat persyaratan mutu bahan tambahan yang digunakan sebagai bahan tambahan campuran beton, sehingga didapatkan sifat-sifat khusus dari beton yaitu kemudahan pengerjaan, pengerasan, kekedapan dan keawetan. Penghitungan Waktu pengerasan beton bertujuan untuk mengetahui seberapa lama beton melewati tahap plastis menuju tahap pengerasan. Pada saat mortar semen tersebut mulai mengikat sehingga setelah waktu tersebut dilalui, mortar semen tidak boleh diganggu lagi ataupun diubah kembali kedudukannya.

F. Pemeriksaan Agregat

Pemeriksaan agregat bertujuan untuk mengetahui spesifikasi dan karakteristik agregat yang akan digunakan dalam suatu campuran beton yang mengacu pada peraturan-peraturan yang berlaku. Pengujian agregat yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar dan Agregat Halus (Sg)

Berat jenis agregat digunakan untuk menentukan volume yang diisi oleh agregat. Berat jenis agregat pada akhirnya akan menentukan berat jenis dari beton sehingga secara langsung menentukan banyaknya campuran agregat dalam campuran beton. Hubungan antara berat jenis dan daya serap agregat adalah jika semakin tinggi nilai berat jenis maka semakin kecil daya serap air agregat tersebut.

Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar dan Agregat Halus
Pemeriksaan kadar lumpur ini bertujuan untuk mengetahui kandungan lumpur yang terdapat didalam agregat pasir, sehingga dapat diketahui apakah pasir tersebut layak digunakan sesuai dengan syarat-syarat dan ketentuan yang telah ditentukan dalam SNI 03-4141-1996. Adapun rumus yang dapat digunakan untuk mengetahui kadar lumpur yang terdapat didalam agregat halus pasir adalah :

$$\text{Kandungan Lumpur} = [(V1 - V2) / V1] \times 100 = V3 (\%)$$

Keterangan : V1 = Berat pasir sebelum dicuci (gr)

V2 = Berat pasir kering oven setelah dicuci (gr)

V3 = Kadar lumpur (%)

2. Pemeriksaan Modulus Halus Hutiran

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui nilai kehalusan atau kekasaran suatu agregat. Kehalusan atau kekasaran suatu agregat dapat mempengaruhi kelecakan dari mortar beton, apabila agregat halus yang terdapat dalam mortar terlalu banyak akan menyebabkan lapisan tipis dari agregat halus dan semen akan naik ke atas.

3. Pengujian Keausan Agregat Kasar

Pengujian kekuatan agregat dapat menggunakan bejana Rudelloff ataupun Lost Angeles Test, dalam penelitian ini pengujian kekuatan agregat atau abrasi test akan dilakukan dengan menggunakan Lost Angeles Test. Sesuai dengan SII. 0052-80 (PB, 1989) syarat mutu kekuatan untuk agregat normal dapat di lihat pada Tabel dibawah

Untuk mengetahui nilai Los Angeles, silinder diputar dengan kecepatan 30-33 rpm. Caranya dengan mengukur banyaknya butiran yang pecah pada akhir putaran ke-100 kali yang pertama dibandingkan dengan putaran ke-500. Umumnya jika butiran yang pecah pada akhir ke-100

sudah lebih besar dari 20% (SNI memberikan nilai batas sebesar 27%) daripada ke-500 dianggap bagian lunak sudah terlalu banyak (Mulyono, 2004).

Tabel 4 Syarat mutu kekuatan agregat.

Kelas dan mutu beton	Kekerasan dengan bejana <i>Rudelloff</i> , bagian hancur menembus ayakan 2 mm, persen (%) maksimum		Kekerasan dengan bejana geser Los Angeles, bagian hancur menembus ayakan 1,7 mm, persen (%) maksimum.
	Fraksi Butir 9,5 mm- 19 mm	Fraksi Butir 19 mm- 30 mm	
Beton kelas 1 dan mutu B ⁰ dan B ¹	22-30	24-32	40-50
Beton kelas II dan mutu K-125, K-175, K-225	14-22	16-24	27-40
Beton kelas III dan mutu >K-225/beton pratekan	<14	<16	<27

(Sumber : ASTM C33-03)

4. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus

Kadar air agregat adalah besarnya perbandingan antara berat air yang dikandung agregat dengan agregat dalam keadaan kering, dinyatakan dalam persen. Tujuan pengujian ini adalah untuk memperoleh angka persentase dari kadar air yang dikandung oleh agregat (SNI 03-1971-1990).

5. Analisa Saringan (Sieve Analysis) Agregat Kasar dan Agregat Halus

Analisa saringan adalah pengelompokan besar-butir analisa agregat kasar dan agregat halus menjadi komposisi gabungan yang ditinjau berdasarkan saringan. Agregat halus harus mempunyai susunan butiran berdasarkan ASTM C33-57 :

Tabel 5 modulus kehalusan

Ukuran Lubang Ayakan (mm)	Persentase Lolos Kumulatif (%)
9,5	100
4,75	95-100
2,36	80-100
1,18	50-85
0,6	25-60
0,3	10-30
0,15	10-20

Sumber : SK SNI 03-2847-2002

Tabel 6 Pengelompokan jenis agregat halus berdasarkan persentase lolos ayakan pasir.

Ukuran Lubang Ayakan (mm)	Persen Butir-Butir yang Lewat Ayakan			
	Zona1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
9,5	100	100	100	100
4,75	90-100	90-100	95-100	95-100
2,36	60-95	75-100	85-100	95-100
1,18	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-10	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Sumber : SK SNI 03-2847-2002

G. *Sikacim Concrete Additive*

Sikacim Concrete Additive merupakan bahan tambah kimia yang melarutkan gumpalan-gumpalan dengan cara melapisi pasta semen sehingga semen dapat tersebar merata pada adukan beton dan mempunyai pengaruh meningkatkan *workability* beton sampai tingkat yang cukup besar. Secara umum bahan tambah yang digunakan dalam beton dapat dibedakan menjadi dua yaitu bahan tambah yang bersifat kimiawi (Chemical Admixture) dan bahan tambah yang bersifat mineral (Additive) (Krisman, dkk., 2014).

Sikacim Concrete Additive termasuk jenis bahan tambah kimia Tipe E, *Water Reducing* dan *Accelerating Admixture* adalah bahan tambah yang berfungsi ganda mengurangi jumlah air pencampuran yang

diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan mempercepat pengikatan beton. *Sikacim Concrete Additive* merupakan formula khusus yang sangat ekonomis dalam proses pengecoran sehingga menjadikan beton lebih cepat keras dalam usia muda, sebagai bahan campuran adukan beton untuk mengurangi keropos, serta mengurangi pemakaian air pada saat pengecoran sehingga meningkatkan mutu/kekuatan beton yang berupa bubuk atau cairan yang ditambah kedalam campuran adukan beton selama pengadukan, dengan tujuan untuk mengubah sifat adukan atau betonnya. Atau untuk diperoleh beton dengan kuat tekan yang sama, tapi adukan dibuat menjadi lebih encer agar lebih mudah dalam penuangannya (Desmi & Muliadi, 2018)

Sikacim Concrete Additive memiliki keunggulan untuk mempersingkat proses pembetonan, cetakan beton dapat dilepas lebih cepat, membantu menghasilkan kekuatan awal dan akhir yang tinggi dan mengurangi pemakaian air 5% - 20% sehingga menjadikan beton lebih solid dan lebih plastis.



Gambar 1. *Sikacim Concrete Additive*

(sumber :fobumo.com)

1. Karakteristik

Karakteristik dari *Sikacim Concrete Additive* sebagai berikut :

- 1) Mempercepat pengerasan beton dengan pengurangan air sampai 15%
- 2) Mengurangi keropos / meningkatkan daya tahan terhadap karbonasi
- 3) Lebih kental dibandingkan Sikament-NN
- 4) Berbau kimia sangat menyengat

5) Memudahkan pengecoran

WARNA : Coklat tua

KEMASAN : Jerrycan: 900 ml

DESKRIPSI : Zat pereduksi air yang sangat efektif dan superplasticizer untuk mempercepat pengerasan.

Sikacim Concrete Additive adalah pereduksi air rentang tinggi pencampuran beton diformulasikan khusus untuk industri elemen beton pracetak. *Sikacim Concrete Additive* memiliki beberapa kelebihan, antara lain (Sumber : PT. Sika Indonesia, 2011):

- 1) Pengurangan air hingga 20% akan menghasilkan peningkatan 40% dalam 28 hari kekuatan tekan
- 2) Peningkatan kedap air.

2. Informasi Produk

- 1) Bahan kimia dasar Naphthalene Formaldehyde Sulfonate yang Dimodifikasi
- 2) Kemasan 900 mL x 10, Baki
- 3) Penampilan / Warna Cairan / Coklat Tua Umur simpan 12 bulan dari tanggal produksi jika disimpan dengan benar di tidak rusak yang belum dibuka, wadah tertutup asli
- 4) Kondisi penyimpanan Simpan dalam kondisi kering pada suhu antara +5 ° C dan +30 ° C. Melindungi dari sinar matahari langsung dan salju.
- 5) Kepadatan $1,17 \pm 0,01$ kg / L (pada +20 ° C)

3. Informasi aplikasi

- 1) Dosis SikaCim Beton yang Disarankan dapat digunakan pada tingkat dosis 0,30% - 2,0% oleh berat total material semen tergantung pada persyaratan yang terkait kemampuan kerja dan kekuatan.
- 2) Direkomendasikan agar campuran percobaan dilakukan untuk menentukan yang tepat tingkat dosis diperlukan.

4. Catatan

- 1) Tingkat dosis umum untuk digunakan dengan pasir silika adalah 0,30% - 1,20% berat bahan semen.
- 2) Laju dosis umum untuk digunakan dengan kombinasi pasir buatan / vulkanik pasir adalah 0,4% - 2,0% berat bahan semen

Untuk menghasilkan beton mengalir dan / atau self-compacting, campuran beton khusus desain diperlukan. *Sikacim Concrete Additive* dapat ditambahkan ke air sebelum ditambahkan ke agregat kering atau secara terpisah ke beton yang baru dicampur.

Dewasa ini dalam praktek pembuatan beton bahan tambahan baik additive maupun admixture merupakan bahan yang dianggap penting. Penggunaan bahan tersebut dimaksud untuk memperbaiki dan menambah sifat beton sesuai dengan sifat yang diinginkan. Bahan tambahan tersebut ditambahkan kedalam campuran beton atau mortar, dan dengan adanya bahan tambahan ini diharapkan beton yang dihasilkan memiliki sifat yang lebih baik. Adapun zat aditif yang akan digunakan adalah *Sikacim Concrete Aditive*, admixture ini merupakan produk dari PT. Sika Indonesia yang biasa digunakan untuk campuran pembuatan beton. *Sikacim Concrete Aditive* ini merupakan suatu zat aditif yang fungsinya untuk mempercepat pengerasan beton (Novrianti & Respati, 2014).

H. Sikamen-NN

Menurut Data Teknis PT. Sika Indonesia (2011), Sikament-NN merupakan superplasticizer dengan pengurang air dalam jumlah besar dan mempercepat pengerasan beton. Cairan superplasticizer yang sangat efektif dengan aksi ganda untuk produksi beton yang mengalir atau bahan untuk mengurangi air beton untuk membantu menghasilkan kekuatan awal yang tinggi sesuai dengan ASTM C 494-92 type F. Sikament-NN digunakan sebagai superplasticizer dalam produksi beton yang mengalir dan sebagai bahan pengurang air untuk beton dengan kekuatan awal yang tinggi untuk :

1. Beton pra-cetak
2. Beton pra-tekan c
3. Jembatan dan struktur penyangga
4. Area dimana cetakan atau bekisting harus cepat dipindahkan atau segera dibebani



Gambar 2. Sikamen NN
(sumber :fobumo.com)

Dewasa ini dalam praktek pembuatan beton bahan tambahan baik additive maupun admixture merupakan bahan yang dianggap penting. Penggunaan bahan tersebut dimaksud untuk memperbaiki dan menambah sifat beton sesuai dengan sifat yang diinginkan. Bahan tambahan tersebut ditambahkan kedalam campuran beton atau mortar, dan dengan adanya bahan tambahan ini diharapkan beton yang dihasilkan memiliki sifat yang lebih baik. Adapun zat aditif yang akan digunakan adalah Sikament-NN, admixture ini merupakan produk dari PT. Sika Indonesia yang biasa digunakan untuk campuran pembuatan beton. Sikament-NN ini merupakan suatu zat aditif yang fungsinya untuk mempercepat pengerasan beton (Novrianti & Respati, 2014).

1. Kelebihan Sikament-NN

1) Sebagai superplasticizer

- Kelecekan (workability) meningkat tajam, memudahkan pengecoran untuk struktur ramping dengan penulangan yang rapat
- Mengurangi jumlah getaran yang dibutuhkan, waktu pengerasan normal tanpa perlambatan (retardation)
- Mengurangi resiko pemisahan (segregation) secara signifikan

2) Sebagai bahan pengurang air

- Pengurangan air hingga 20% akan memberikan peningkatan 40% kuat tekan dalam 14-21 hari
- Kekuatan tinggi selama 12 jam

Sikament-NN dapat digunakan dengan dosis 0,30% - 2,30% tergantung pada kelecakan dan kuat tekan beton yang diperlukan. Sikament-NN dapat ditambahkan ke air adukan sebelum air tersebut dicampurkan dengan agregat atau dalam sebagian kasus ditambahkan langsung ke dalam beton yang baru di aduk. Ketika ditambahkan ke beton yang baru saja diaduk, efek plastizing-nya lebih terlihat. Untuk beton ready mix, Sikament-NN ditambahkan ke beton segera sebelum dituang (discharge) dan setelah pengadukan lebih lanjut selama tiga sampai lima menit. Berikut Karakteristik dari Sikament-NN :

- Bentuk : Modifikasi Naphtalene Formaldehyde Sulphonate
- Warna : Coklat Tua
- Berat jenis : $\pm 1,18 - 1,20$ kg/ltr
- Bau : Kurang Menyengat
- Tekstur : Cair
- Umur dan penyimpanan : 1 tahun
- Kemasan : Drum 240 kg, Bulk 1000 kg

Tabel 7 Perbedaan dari Sikament-NN dan Sikacim Concrete Additive

Sikament-NN	<i>Sikacim Concrete Aditive</i>
- Pengurangan air hingga 20% akan menghasilkan peningkatan 40% dalam 14-21 hari kekuatan tekan beton.	- Pengurangan air hingga 20% akan menghasilkan peningkatan 40% dalam 28 hari kekuatan tekan beton.
- tipe F	- Tipe E, Water Reducing dan Accelerating Admixture
- Dosis penggunaan 0,30% - 2,0%	- Dosis penggunaan 0,30% - 2,30%
- Cair	- kental
- Berat jenis $1,17 \pm 0,01$ kg / L (pada $+20^\circ \text{C}$)	- Berat jenis $1,17 \pm 0,01$ kg / L (pada $+20^\circ \text{C}$)
- Coklat	- Coklat Tua
- kekuatan awal yang tinggi	- kekuatan awal dan kekuatan akhir tinggi

I. Perawatan Beton

Hidrasi pada semen terjadi karena adanya air yang dicampurkan ke dalam adukan beton. Kondisi ini harus dipertahankan agar reaksi hidrasi kimiawi terjadi dengan sempurna. Jika beton terlalu cepat mengering, maka akan terjadi retak pada permukaannya.

Kekuatan beton akan berkurang sebagai akibat retak ini, juga akibat kegagalan mencapai reaksi kimiawi penuh. Kondisi perawatan beton yang baik dapat dicapai dengan melakukan beberapa langkah, yaitu:

- 1) Water (Standar Curing) Perawatan ini dilakukan dengan menggunakan media air. Beton direndam didalam air selama waktu yang diperlukan untuk menggunakan beton tersebut.
- 2) Exposed Atmosfer Disini beton dibiarkan setelah dibuka dari cetakan didalam ruangan menurut temperatur ruangan tersebut.
- 3) Sealed atau wropping Perawatan beton dengan cara ini membalut dan menutupi semua permukaan beton. Beton dilindungi dengan karung basah, film plastic atau kertas perawatan tanah air, agar uap air yang terdapat dalam beton tidak hilang.
- 4) Steam Curing (perawatan uap) Perawatan dengan uap seringkali digunakan untuk beton yang dihasilkan dari pabrik. Temperatur perawatan uap ini 80-150°C dengan tekanan udara 76 mmHg dan biasanya lama perawatan satu hari.
- 5) Autoclave Perawatan beton dengan cara memberikan tekanan yang tinggi pada beton dalam ruangan tertutup, untuk mendapatkan beton mutu tinggi.

J. Metode Perawatan Beton

Curing merupakan suatu usaha perawatan beton setelah beton di cor yang wajib dilakukan, karena bertujuan untuk memastikan reaksi hidrasi senyawa semen termasuk bahan tambahan atau pengganti agar dapat berlangsung secara optimal sehingga mutu beton yang diharapkan dapat tercapai, dan menjaga supaya tidak terjadi susut yang berlebihan pada beton akibat kehilangan kelembapan yang terlalu cepat atau tidak seragam, sehingga dapat menyebabkan retak (Arman, 2018).

Menurut SNI 03-2847-2002, beton harus dirawat pada suhu diatas 10°C dan dalam keadaan lembab untuk sekurang-kurangnya selama 7

hari setelah pengecoran kecuali jika dengan perawatan dipercepat.

Hal-hal yang mempengaruhi proses penguapan yang dapat menyebabkan kehilangan air pada beton (A.M.Neville, 2002), yaitu:

1. Kelembapan relative, semakin besar nilai kelembapan relative, maka semakin sedikit kehilangan air yang terjadi.
2. Temperature udara dan beton, temperatur udara dan beton sangat mempengaruhi proses penguapan yang terjadi pada beton. Semakin tinggi temperatur maka kehilangan air yang terjadi semakin banyak.
3. Kecepatan udara, proses penguapan juga dipengaruhi oleh adanya angin. kecepatan angin yang besar akan mempercepat proses penguapan yang terjadi.
4. Temperature beton. Perbedaan diantara temperatur udara dan beton juga mempengaruhi terhadap kehilangan air.

Metode dalam perawatan beton (Muharrahm, 2012) terdapat dua metode, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. *Dry Curing* (Perawatan Kering)

Dilakukan dengan memberikan selaput tipis yang di bentuk dari bahan kimia yang biasa disebut dengan membran curing. Membran curing adalah selaput penghalang yang terbentuk dari cairan kimia yang berguna untuk menahan penguapan air beton. Bahan kimia yang dipakai harus sudah mengering dalam waktu 4 jam setelah disemprotkan sehingga permukaan beton akan rata dan tidak berkerut dan tidak meninggalkan warna pada beton. Metode ini sering digunakan pada perkerasan jalan serta daerah yang sulit mendapatkan air serta untuk mempermudah pelaksanaan terutama untuk posisi yang vertikal dan memiliki lokasi yang sempit sehingga tidak memerlukan banyak tenaga kerja.

2. *Wet Curing* (Perawatan Basah)

Wet Curing adalah metode perawatan beton dengan menyelimuti beton dengan air untuk menghambat penguapan air pada adukan beton cor. Selain dengan mekanisme di atas pekerjaan perawatan dengan wet curing ini dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu:

- 1) Menaruh beton segar dalam ruangan lembab
- 2) Menaruh beton segar dalam genangan air

- 3) Menaruh beton segar dalam air
- 4) Menyelimuti permukaan beton dengan karung basah
- 5) Menyirami permukaan beton secara kontinyu
- 6) Melapisi permukaan beton dengan air dengan melakukan compound

K. Kuat Tekan beton

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Kuat desak beton merupakan sifat terpenting dalam kualitas beton dibanding dengan sifat-sifat lain (Tjokrodimuljo, 1996 dalam Prasetya, 2013). Kuat tekan beton pada umumnya dijadikan acuan untuk menentukan mutu atau kualitas suatu material beton. Untuk menentukan besarnya kuat tekan beton dapat dilakukan uji kuat tekan dengan mengacu pada standar ASTM C39 / C39M – 12a. Berdasarkan kuat tekannya beton dapat dibagi beberapa jenis sebagaimana terdapat pada Tabel berikut :

Tabel 8 Jenis beton menurut kuat tekan

Jenis beton	Kuat tekan (Mpa)
Beton sederhana (plain concrete)	0-10 Mpa
Beton normal	15-30 Mpa
Beton pra-tegang	30-40 Mpa
Beton tinggi	40-80 Mpa
Beton sangat tinggi	>80 Mpa

(Sumber : Tjokrodimuljo, 2007 dalam Alim, 2014)

Benda uji yang digunakan berupa silinder berdiameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Nilai kuat tekan beton yang disyaratkan, f'_c diperoleh dari benda uji silinder standar yang dirawat dan telah berumur 28 hari. Nilai kuat tekan inilah yang dicantumkan dalam gambar kerja proyek dan digunakan dalam perhitungan. Kuat tekan beton dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Dengan : f'_c = kuat tekan (kg/cm²)

P = beban maksimum (kg)

A = luas bidang tekan (cm²)

Mutu beton dibedakan atas 3 macam menurut kuat tekannya (Ali Asroni, 2010) yaitu :

1. Mutu beton dengan $f_c' \leq 10$ Mpa, digunakan untuk beton non struktur (misalnya: kolom praktis dan balok praktis)
2. Mutu beton dengan $10 \leq f_c' \leq 20$ Mpa, digunakan untuk beton struktur (misalnya: kolom, balok, kubus maupun pondasi)
3. Mutu beton dengan $f_c' \geq 20$ Mpa, digunakan untuk struktur beton yang direncanakan tahan gempa.

Beton relatif dapat menahan kuat tekan, keruntuhan sebagian disebabkan karena rusaknya ikatan antara pasta dan agregat. Besar kuatnya tekan beton dipengaruhi dari sejumlah faktor. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kuat tekan beton sebagai berikut :

1. Nilai faktor air semen (FAS). Hubungan fas dengan kuat tekan beton adalah semakin rendah nilai fas maka semakin tinggi nilai kuat tekan beton. Tetapi kenyataannya pada suatu nilai fas tertentu semakin rendah nilai fas maka kuat tekan beton akan rendah. Hal ini terjadi karena jika fas rendah menyebabkan adukan beton sulit dipadatkan. Dengan demikian ada suatu nilai optimal yang menghasilkan kuat tekan beton yang maksimal.
2. Rasio agregat-semen. Pasta semen berfungsi sebagai perekat butir-butir agregat, sehingga semakin besar rasio agregat-semen semakin buruk kualitas beton yang dihasilkan, karena kuantitas pasta semen yang menyelimuti agregat menjadi berkurang.
3. Derajat kepadatan. Semakin baik cara pemadatan beton segar, semakin baik pula kualitas yang dihasilkan.
4. Umur beton. Semakin bertambah umur beton, semakin meningkat pula kuat tekan beton. Pada umumnya, pelaksanaan di lapangan, bekisting dapat dilepas setelah berumur 14 hari, dan dianggap mencapai kuat tekan 100% pada umur 28 hari.
5. Perawatan. Yaitu hal yang sangat penting pada pekerjaan di lapangan dan pada pembuatan benda uji. Efisiensi dari perawatan, kehilangan

kekuatan sampai 40% dapat terjadi bila pengeringan terjadi sebelum waktunya.

6. Jenis semen. Kualitas pada jenis-jenis semen memiliki laju kenaikan kekuatan yang berbeda.
7. Jumlah semen. Semakin banyak jumlah semen yang digunakan, semakin baik kualitas beton yang dihasilkan, karena pasta semen yang berfungsi sebagai matriks pengikat jumlahnya cukup untuk menyelimuti luasan permukaan agregat yang digunakan.
8. Kualitas agregat. Kualitas agregat yang meliputi : gradasi, teksture permukaan, bentuk, kekuatan, kekakuan, dan ukuran maksimum agregat.

Hubungan antara umur dan kekuatan tekan beton menurut PBI-1971 adalah sebagai berikut:

Tabel 9 Hubungan antara Umur dan Kuat Tekan Beton

Umur	Kuat Tekan Beton (%)
3	40
7	65
14	88
21	95
28	100
90	120
365	135

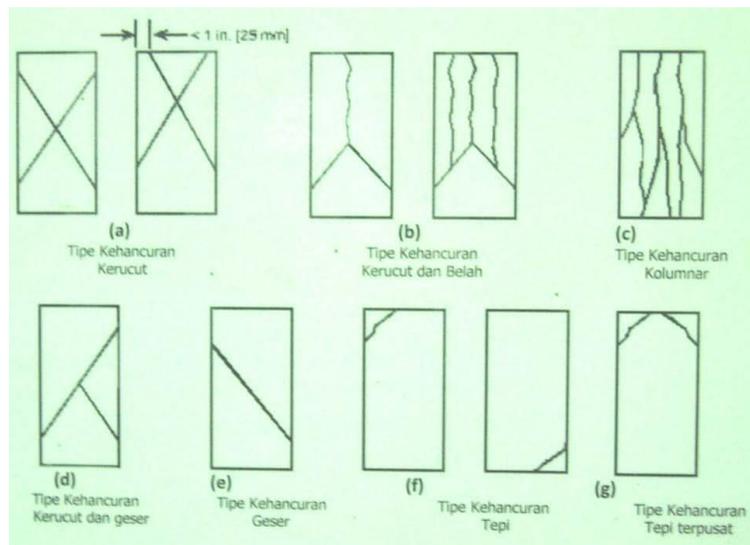
Sumber: Hardiyanti, 2019

Nilai uji tekan yang diperoleh dari setiap benda uji akan sering berbeda cukup jauh karena beton merupakan material heterogen, yang kekuatannya dipengaruhi oleh proporsi campuran, bentuk dan ukuran, komposisi material pembentuk beton, perbandingan air semen dan kepadatan, umur beton, jenis dan jumlah semen, sifat semen, kecepatan pembebanan serta kondisi pada saat pengujian (Hardiyanti, 2019).

L. Pola Retak Beton

Jenis pola retak dalam ASTM C39/C39M-14 Compressive Strength of Cylindrical Specimen tahun 2014 terbagi atas beberapa tipe, yaitu sebagai berikut:

1. Pola retak kerucut (cone)
2. Pola retak kerucut dan belah (cone and split)
3. Pola retak memanjang (columnar)
4. Pola retak geser (diagonal)
5. Pola retak sisi atas dan bawah (side fractures at top and down)
6. Pola retak sama tipe 5 tetapi dengan retak sisi atas pada titik tengah (similar to type 5 but and cylinder is ponted)



Gambar 3 Jenis Pola Retak Beton

Sumber: ASTM C39/C39M-14

M. Terdahulu Yang Relevan

Tabel 10 Daftar Penelitian Terdahulu

NO	JUDUL PENELITIAN	PENULIS	TAHUN	TUJUAN PENELITIAN	HASIL	UNIVERSITAS
1	Pengaruh Penggunaan <i>Sikacim Concrete Additive</i> Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Agregat Kasar Bengalon Dan Agregat Halus Pasir Mahakam	Mardewi Jamal, Masayu Widiastuti, Anggi Tossib Anugrah	2017	<p>1. Untuk mengetahui peningkatan kualitas dan kekuatan beton setelah dicampur dengan bahan tambah <i>Sikacim Concrete Additive</i>.</p> <p>2. Untuk menganalisa dengan <i>Sikacim Concrete Additive</i> dan agregat kasar Bengalon dan pasir Mahakam apakah beton mampu memenuhi syarat kuat tekan.</p> <p>3. Untuk mengetahui peningkatan slump yang didapatkan beton dengan campuran <i>Sikacim Concrete Additive</i> dan agregat kasar bengalon sesuai dengan kegunaan <i>Sikacim Concrete Additive</i> yang dapat mereduksi kebutuhan air.</p>	<p>Berdasarkan hasil dari pengujian yang telah dilakukan di labolatorium dapat ditarik kesimpulan bahwa :</p> <p>1. Penambahan <i>Sikacim Concrete Additive</i> pada campuran beton dengan agregat halus pasir mahakam dan agregat kasar koral Bengalon mampu meningkatkan kuat tekan beton diumur 28 hari dengan nilai 8,39% pada penambahan <i>Sikacim Concrete Additive</i> 0,7%.</p> <p>2. Penambahan sikacim sebagai bahan tambah dapat memenuhi syarat kuat tekan beton K250 (20,7 Mpa) dengan nilai tertinggi 23,78 Mpa.</p> <p>3. Nilai Slump yang didapat dari pengujian <i>Sikacim Concrete Additive</i> adalah 9,5 cm untuk penambahan Sikacim 0,7% dan 17 cm untuk penambahan <i>Sikacim Concrete Additive</i> 0,9%.</p>	Fakultas teknik-Universitas Mulawarman

2	Pengaruh Penambahan Cangkang Kemiri dan <i>Sikacim Concrete Additive</i> terhadap Kuat Tekan Beton Normal	Mulyani dan Aidi Adman	2019	Untuk mengetahui pengaruh penambahan cangkang kemiri dan <i>Sikacim Concrete Additive</i> terhadap kuat tekan beton normal	Dapat meningkatkan nilai kuat tekan beton dengan signifikan. Nilai kuat tekan beton rata-rata umur 28 hari dengan bahan tambah kombinasi antara cangkang kemiri 0,25%, 0,5%, 0,75%, 1%, dengan <i>Sikacim Concrete Additive</i> 0,7% pada campuran beton, terjadi peningkatan berturut-turut sebesar 4,78%, 7,06%, 9,38%, 11,90% dari kuat tekan beton tanpa bahan tambah. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa peningkatan penambahan cangkang kemiri, dengan <i>Sikacim Concrete Additive</i> dalam jumlah tetap dalam campuran beton, maka kuat tekan beton yang dihasilkan semakin tinggi	Fakultas Teknik - Institut Teknologi Padang
3	Pengaruh Penggunaan Abu Jerami Dengan Penambahan Zat Additive <i>Sikacim Concrete</i> Terhadap Kuat Tekan Beton	Adzuha - desmi	2018	Untuk mengetahui seberapa besar kuat tekan beton dengan menggunakan abu jerami padi dan penambahan zat additive (<i>sikacim</i>) sebagai bahan substitusi persial semen dengan beton normal.	dengan tanpa menggunakan abu jerami dan bahan tambah <i>Sikacim Concrete Additive</i> diperoleh nilai kuat tekan beton sebesar 26.2 MPa, dengan penggunaan abu jerami 10% dan <i>Sikacim Concrete Additive</i> sebesar persentase 1% kekuatan betonnya adalah 27.3 MPa, terjadi peningkatan kuat tekan sebesar 1.1% dari kuat tekan beton normal. Dengan penggunaan abu jerami 20% dan <i>Sikacim Concrete Additive</i> sebesar persentase 1% kekuatan betonnya adalah 22.3 MPa, terjadi penurunan kuat tekan sebesar 3.9% dari kuat tekan beton normal. Dengan penggunaan abu jerami 30% dan <i>Sikacim Concrete Additive</i> sebesar persentase 1% kekuatan betonnya adalah 16.7 MPa,	Fakultas Teknik - Universitas Malikussaleh

					terjadi penurunan kuat tekan sebesar 9.5% dari kuat tekan beton normal	
4	Pengaruh Aditif Sikacim Terhadap Campuran Beton K350 Ditinjau Dari Kuat Tekan Beton	Novrianti, Rida Respati, Anwar Muda	2014	Untuk mengetahui pengaruh aditif sikacim terhadap campuran beton K350 ditinjau dari kuat tekan	kuat tekan beton K350 tanpa aditif paling tertinggi adalah 356,57 kg/cm ² pada umur 3 hari diikuti 352,14 kg/cm ² pada umur 7 hari dan 351,01 kg/cm ² pada umur 14 hari. Setelah penambahan <i>Sikacim Concrete Additive</i> 0,3% terjadi pengaruh kenaikan kuat tekan 361,62 kg/cm ² pada umur 3 hari diikuti 358,97 kg/cm ² pada umur 7 hari dan 353,54 kg/cm ² pada umur 14 hari. Pada penambahan <i>Sikacim Concrete Additive</i> 0,5% kuat tekan naik 363,64 kg/cm ² pada umur 3 hari diikuti 362,39 kg/cm ² pada umur 7 hari dan 358,59 kg/cm ² pada umur 14 hari. Namun, penambahan <i>Sikacim Concrete Additive</i> 1% terjadi penurunan kuat tekan 356,57 kg/cm ² pada umur 3 hari diikuti 352,14 kg/cm ² pada umur 7 hari dan 351,01 kg/cm ² . Berdasarkan hasil penelitian ini, bahwa penggunaan <i>Sikacim Concrete Additive</i> 1% kuat tekan mulai menurun sehingga pemakaian <i>Sikacim Concrete Additive</i> efektif disarankan 0,5% < <i>Sikacim Concrete Additive</i> < 1% dari berat semen	Fakultas Teknik – Univesitas Muhammadiyah Palangkaraya
5	Tinjauan Pemakaian Superplasticizer Pada Beton Mutu Tinggi Terhadap Kuat Desak Dan Kadar	Fitria hariny	2003	1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan dosis superplasticizer terhadap kuat desak beton. 2. Untuk mendapatkan dosis optimum dari	pengujian beton mutu tinggi dengan kuat desak rencana 50 MPa, dengan benda uji kubus 15 x 15 cm, dengan jumlah sampel sebanyak 10 sampel, setiap variasi menggunakan campuran Superplasticizer sebagai bahan tambah kimia dengan persentase antara 0,4%-	Fakultas Teknik – Universitas Indonesia

	Optimum			variasi penambahan superplasticizer pada nilai kuat tekan beton yang diinginkan yaitu mutu K-500.	1,6%. Untuk nilai slump sebesar 7-10 cm dan pengujian beton dilakukan pada umur 7 dan 28 hari dengan hasil kuat desak optimum sebesar 70-72 MPa yaitu penambahan Superplasticizer sebanyak 1,4 dan pada umur 20 hari.	
6	Pengaruh Penambahan High Range Water Reducer (Superplasticizer) Terhadap Kuat Tekan Beton	Simanjuntak	2016	<ol style="list-style-type: none"> 1. Untuk mengetahui teknik pelaksanaan campuran beton dengan menggunakan bahan tambah <i>high water reduce</i> 2. Menegtahui perbandingan kuat tekan beton dengan penambahan variasi 0,5% dan 1,0% <i>high water reduce</i> 	hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa dengan penambahan superplasticizer Sikamen LN sebesar 0,5% didapatkan beton dengan kuat desak sebesar 15,6 Mpa yang lebih besar dari beton tanpa penambahan superplasticizer dengan kuat tekan sebesar 14,5 MPa sedangkan dengan penambahan superplasticizer sebesar 1,0% kuat desak yang dihasilkan adalah 21,2 Mpa	Fakultas Teknik – Universitas negeri medan
7	Pengaruh Pemakaian Bahan Anti-Washout Superplastisizer (Sikakrete W, Sikament Nn) Terhadap Kekuatan Tekan Beton Yang Dicor Dalam Air	Lilis zulaicha	2013	untuk mengetahui penggunaan bahan tambahan Sikacrete W dan Sikament-NN dalam adukan beton yang dicor dalam air terhadap kuat tekan beton	Dengan menekan benda uji beton sampai hancur pada mesin tekan beton akan didapatkan beban hancur beton. Kemudian besarnya beban hancur ini dibagi dengan luas permukaan benda uji yang tertekan maka akan didapatkan besarnya tegangan tekan beton. Dengan kata lain kuat tekan beton adalah beban persatuan luas yang menyebabkan beton hancur.	Fakultas teknik – STTNAS Yugyakarta

N. Perbedaan Dengan Penelitian Terdahulu

Dari hasil penelitian terdahulu, terdapat beberapa titik yang membedakan dengan penelitian ini, yaitu :

1. Kajian dalam penelitian ini ingin mendeskripsikan perbandingan kuat tekan beton dengan penggunaan bahan tambah (*admixtures*) berupa *Sikacim Concrete Aditive* dan Sikament NN dengan tiga presentase variasi yang berbeda yaitu 1%, 1,5%, 2% yang belum digunakan pada penelitian sebelumnya.
2. Penelitian ini diharapkan dapat mengetahui persentase pengurangan penggunaan air pada adukan beton setelah ditambah dengan bahan tambah (*admixtures*) berupa *Sikacim Concrete Aditive* dan Sikament NN
3. Penelitian ini diharapkan dapat mengetahui perbedaan hasil uji kuat tekan beton pada beton normal terhadap beton yang menggunakan bahan tambah (*admixtures*) berupa *Sikacim Concrete Aditive* dan Sikament NN dengan acuan mutu $f'c$ 20 MPa.