

SKRIPSI

**STUDI PEMANFAATAN PECAHAN TERUMBU KARANG JAHE PASIR
PUTIH SEBAGAI PENGGANTI MATERIAL AGREGAT HALUS
TERHADAP KUAT TEKAN BETON**

Disusun dan diajukan oleh

Cynthia Wijaya

D051171318



DEPARTEMEN ARSITEKTUR

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2021

SKRIPSI

**STUDI PEMANFAATAN PECAHAN TERUMBU KARANG JAHE PASIR
PUTIH SEBAGAI PENGGANTI MATERIAL AGREGAT HALUS
TERHADAP KUAT TEKAN BETON**

Disusun dan diajukan oleh

Cynthia Wijaya

D051171318



DEPARTEMEN ARSITEKTUR

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2021

LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)

**STUDI PEMANFAATAN PECAHAN TERUMBU KARANG JAHE PASIR PUTIH
SEBAGAI PENGGANTI MATERIAL AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN
BETON**

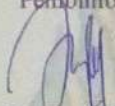
Disusun dan diajukan oleh

Cynthia Wijaya
D051171318

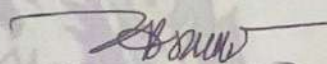
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi
Program Sarjana Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
pada tanggal 13 September 2021

Menyetujui

Pembimbing I



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

Pembimbing II


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

Mengetahui

Ketua Program Studi Arsitektur


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



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Cynthia Wijaya
NIM : D051171318
Program Studi : Departemen Arsitektur
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Studi Pemanfaatan Pecahan Terumbu Karang Jahe Pasir Putih Sebagai Pengganti Material Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 15 September 2021

Yang Menyatakan,



Cynthia Wijaya

Abstrak

Indonesia merupakan salah satu negara tropis yang memiliki banyak wilayah pesisir dengan beraneka macam terumbu karang. Terumbu karang merupakan bagian dari ekosistem laut yang membentuk struktur seperti batuan kapur. Pecahan terumbu karang yang dihaluskan memiliki karakteristik yang sama dengan agregat halus, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai pengganti agregat halus pada beton. Pecahan terumbu karang yang digunakan merupakan terumbu karang jahe. Penelitian ini bertujuan untuk mengungkapkan pengaruh pemanfaatan pecahan terumbu karang jahe sebagai pengganti agregat halus terhadap sifat-sifat beton dan nilai kuat tekan optimum beton dengan variasi penggantian agregat halus. Metodologi penelitian yaitu menggunakan pecahan terumbu karang sebagai pengganti agregat halus dengan variasi 25%, 50%, dan 75% terhadap total berat agregat halus. Benda uji dengan nilai slump antara 9-10 berbentuk silinder dengan ukuran $\varnothing 10$ cm x 20 cm sebanyak 96 sampel. Komposisi material pencampuran beton mengacu pada SNI 7394:2008 untuk mutu K225 dan K250. Metode perawatan beton yang digunakan merupakan metode dry curing. Melalui penelitian dapat dilihat penggunaan pecahan terumbu karang jahe mampu mengurangi berat satuan beton dan mempengaruhi warna pada beton kering. Beton dengan variasi STK75% memiliki warna yang lebih putih dibandingkan beton normal. Hasil penelitian mengalami peningkatan nilai kuat tekan dari beton normal dengan nilai persentase peningkatan nilai kuat tekan optimum beton pada umur 28 hari untuk variasi penggantian K25-STK25% sebesar 0,72%, variasi penggantian K25-STK50% sebesar 1,01%, dan variasi penggantian K25-STK75% sebesar 16,05%. Sedangkan untuk variasi penggantian K50-STK25% sebesar 5,55%, variasi penggantian K50-STK50% sebesar 6,45%, dan variasi penggantian K50-STK75% sebesar 6,65%.

Kata kunci: Agregat halus, beton, dry curing, kuat tekan, terumbu karang jahe

Abstract

Indonesia is a tropical country that has many coastal areas with various kinds of coral reefs. Coral reefs are part of a marine ecosystem that forms structures such as limestone. Crushed coral fragments have the same characteristics as fine aggregate, so they can be used as a substitute for fine aggregate in concrete. The coral fragments used are acropora coral reefs. This study aims to reveal the effect of using acropora coral fragments as a substitute for fine aggregate on the properties of concrete and the optimum compressive strength of concrete with variations in the replacement of fine aggregate. The research methodology is using coral reef fragments as a substitute for fine aggregate with variations of 25%, 50%, and 75% of the total weight of fine aggregate. Test objects with slump values between 9-10 are cylindrical in shape with a size of $\varnothing 10$ cm x 20 cm as many as 96 samples. The composition of the concrete mixing material refers to SNI 7394:2008 for the quality of K225 and K250. The concrete treatment method used is the dry curing method. Through research, it can be seen that the use of acropora coral fragments is able to reduce the unit weight of concrete and affect the color of dry concrete. Concrete with variations of STK75% has a whiter color than normal concrete. The results showed an increase in the value of the compressive strength of normal concrete with the percentage value of the increase in the value of the optimum compressive strength of concrete at the age of 28 days for K25-STK25% replacement variations of 0.72%, K25-STK50% replacement variations of 1.01%, and variations replacement of K25-STK75% by 16.05%. Meanwhile, the variation of K50-STK25% replacement is 5.55%, the variation of K50-STK50% replacement is 6.45%, and the variation of K50-STK75% replacement is 6.65%.

Keywords: Fine aggregate, concrete, dry curing, compressive strength, coral

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yesus yang telah melimpahkan berkat dan anugerah-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul "Studi Pemanfaatan Pecahan Terumbu Karang Jahe Pasir Putih Sebagai Pengganti Material Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton".

Skripsi ini ditulis untuk memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Arsitektur Program Studi Teknik Arsitektur di Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Dalam penulisan skripsi ini, penulis menyadari tidak terlepas dari berbagai kesulitan-kesulitan dalam menyelesaikannya. Namun berkat bantuan dari semua pihak serta dengan usaha yang maksimal sesuai kemampuan penulis, akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Atas bantuan tersebut, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua saya Subagio Mertaguna, S.T dan Lanny, S.M serta saudara saya Jasen Mertaguna W, M.Si yang telah memberikan dorongan dan dukungan dari segi moril, materi, waktu serta kasih sayang melalui untaian doa yang tidak henti-hentinya.
2. Bapak Dr. Ir. Muhammad Arsyad Thaha, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Bapak Dr. Ir. H. Edward Syarif, ST., MT selaku Ketua Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

4. Ibu Dr. Imriyanti, ST., MT selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Dr. Ir. Hartawan, MT selaku Dosen Pembimbing II yang telah membantu penulis selama pengerjaan penelitian. Terima kasih atas waktu dan kemurahan hati ibu dan bapak untuk memberikan arahan, saran dan koreksi terhadap isi skripsi ini
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Victor Sampebulu, M.Eng selaku Kepala Laboratorium Material, Struktur, dan Konstruksi Bangunan Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang senantiasa memberikan arahan dan solusi kepada penulis baik dari segi administrasi maupun akademik
6. Ibu Pratiwi Mushar, ST., MT selaku dosen Laboratorium Material, Struktur, dan Konstruksi Bangunan Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas bimbingan dan ilmu yang diberikan selama di bangku perkuliahan.
7. Bapak Dr.Eng. Ir. Nasruddin Junus, ST., MT selaku dosen pembimbing Akademik atas masukan dan nasehat selama masa studi penulis
8. Ibu A. Dian Mega Tenripada, S.Ars selaku staff laboran pada Laboratorium Material, Struktur, dan Konstruksi Bangunan Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas dukungan, bantuan, dan kerja samanya sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian dengan lancar.

9. Para dosen, staf dan karyawan Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas bantuan dan dukungan yang senantiasa penulis terima dari waktu ke waktu
10. Teman-teman saya Indra L, Marco, S.T, Nicholas, S.T, dan Steven S.Farm atas dorongan, semangat serta energi positif yang dibagikan kepada penulis untuk lebih giat dalam pengerjaan skripsi.
11. Teman-teman seperjuangan Novrio Bangalino, Arnas, Kharum Abadi, Tio Febrianto, Al Mujahid Islamy, dan Adhy Putra atas waktu yang diluangkan untuk menemani penulis dalam pengerjaan skripsi. Terima kasih atas kesempatan-kesempatan untuk bertukar pikiran terkait penelitian ini.
12. Teman-teman saya Lea Chiquita Pangloli, S.Ars , Misyella Tangdiesak, Putri Nur Widya Santi, Rifdah Afifah, Andi Nur Israfiah, Andi Namira Amalia, Arief Hardiansyah, dan Arman Budi Santoso atas bantuan dan saran-saran membangun dalam penyusunan skripsi ini.
13. Kepada seluruh saudara/i SIMETRI 2017 dan seluruh anggota KMKO Arsitektur yang selalu membantu, memotivasi, dan kebersamaannya.
14. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu dan telah membantu penulis di setiap proses yang telah dilalui.

Makassar , Agustus 2021

Penulis

DAFTAR ISI

Abstrak	ii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	2
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Manfaat Penelitian.....	3
E. Batasan Masalah.....	4
F. Sistematika Penulisan	5
BAB II.....	7
TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. Beton.....	7
a. Sifat Beton	8
b. Jenis beton	11
c. Unsur Penyusun Beton	13
d. Kelebihan dan Kelemahan Beton.....	18
e. Perencanaan Campuran Adukan Beton.....	19
f. Penyerapan Air	26
g. Slump dan Faktor Air Semen	26
h. Kuat Tekan Beton	28
i. Perawatan Beton	32

j.	Pola Retak Beton	33
B.	Agregat Halus	34
a.	Persyaratan Pengujian Agregat Halus	35
b.	Agregat Kasar	39
C.	Pecahan Terumbu Karang	41
a.	Jenis-jenis Terumbu Karang di Indonesia	43
b.	Perbandingan Senyawa Kimia Pada Terumbu Karang, Semen, dan Pasir	46
c.	Pemanfaatan Pecahan Terumbu Karang	48
d.	Pengaruh Kadar Garam Terhadap Beton	49
D.	Penelitian Terkait	51
E.	Alur Penelitian	54
a.	Alur Pikir Penelitian	54
b.	Alur Penelitian	55
F.	Kerangka Pikir Penelitian	56
BAB III	57
METODE PENELITIAN	57
A.	Jenis Penelitian	57
B.	Lokasi dan Waktu Penelitian	59
C.	Populasi dan Sampel	62
D.	Jenis dan Sumber Data	63
E.	Teknik Pengumpulan Data	64
F.	Teknik Analisa Data	65
G.	Operasional Variabel	66
BAB IV	72
HASIL DAN PEMBAHASAN	72

A. Uji Karakteristik Material Penyusun Beton.....	72
B. Pembuatan Benda Uji.....	88
C. Hasil Pengujian Beton	93
BAB V.....	122
KESIMPULAN DAN SARAN	122
A. Kesimpulan	122
B. Saran.....	124
DAFTAR PUSTAKA.....	126
LAMPIRAN.....	129

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Alat uji tekan beton	9
Gambar 2 Beton Normal	11
Gambar 3 Beton Bertulang Pada Kolom Bangunan	12
Gambar 4 Beton Pra Cetak	12
Gambar 5 Beton Pra Tegang	13
Gambar 6 Beton Ringan	13
Gambar 7 Hubungan Faktor Air Semen dan Kuat Tekan Silinder.....	20
Gambar 8 Kurva batas gradasi pasir daerah no.1 (Sumber: SNI 03-2834-2000)	23
Gambar 9 Batas gradasi pasir pada daerah no.2 (Sumber: SNI 03-2834-2000)	23
Gambar 10 Batas gradasi pasir pada daerah no.3	23
Gambar 11 Batas gradasi pasir pada daerah no.4	24
Gambar 12 Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm	24
Gambar 13 Hubungan antara kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat beton.....	25
Gambar 14 Hubungan antara kuat tekan beton dan faktor air semen	27
Gambar 15 Pola Retak Pada Beton	34
Gambar 16 Pecahan Terumbu Karang yang Terdampar di Pantai Tlawas, Lombok	42
Gambar 17 Terumbu Karang Memutih Di Bulukumba (Sumber: Liputan6.com)	42
Gambar 18 Pecahan Terumbu Karang yang Sudah Dibersihkan	43
Gambar 19 Terumbu Karang Acropora Cervicornis	45
Gambar 20 Terumbu Karang Acropora Microthalma	45
Gambar 21 Terumbu Acropora Grandis	46
Gambar 22 Bagan Alur Pikir Penelitian	54
Gambar 23 Bagan Alur Penelitian	55

Gambar 24 Kerangka Pikir Penelitian	56
Gambar 25 Grafik Batas Gradasi Agregat Kasar.....	74
Gambar 26 Grafik Batas Gradasi Agregat Halus Pasir.....	78
Gambar 27 Batas Gradasi Agregat Halus Serbuk Terumbu Karang.....	82
Gambar 28 Proses Penghalusan Pecahan Terumbu Karang Menggunakan Mesin Roll	88
Gambar 29 Persiapan Material Utama dan Material Pengganti Agregat Halus Beton	89
Gambar 30 Proses Membasahi Dinding Molen	90
Gambar 31 Proses Memasukkan Material Utama Pada Molen	90
Gambar 32 Proses Memasukkan Material Pengganti Agregat Halus Sesuai Variasi.....	90
Gambar 33 Mengeluarkan Campuran Beton Setelah Tercampur Dengan Baik.....	91
Gambar 34 Pengujian Slump Menggunakan Kerucut Abram	91
Gambar 35 Mengolesi Bekisting Pipa PVC dengan Oli Bekas	92
Gambar 36 Pengisian Campuran Beton ke Dalam Bekisting.....	92
Gambar 37 Proses Pemasangan dan Penggetaran Campuran Beton Segar	92
Gambar 38 Proses Mengeluarkan Beton dari Bekisting	93
Gambar 39 Perawatan Kering (Dry Curing).....	93
Gambar 40 Hasil Pengujian Nilai Slump.....	96
Gambar 41 Grafik Berat Satuan Sampel Beton K-225 Umur 28 Hari	97
Gambar 42 Grafik Berat Jenis Beton Mutu K-225 Umur 28 Hari	97
Gambar 43 Grafik Berat Satuan Sampel Beton K-250 Umur 28 Hari	98
Gambar 44 Grafik Berat Jenis Beton Mutu K-250 Umur 28 Hari	98
Gambar 45 Mengukur Diameter dan Tinggi Sampel	100
Gambar 46 Memberikan Kode Sampel dan Menimbang Berat Sampel.	100
Gambar 47 Menguji Kuat Tekan Sampel dengan UTM	100

Gambar 48 Grafik Persentase Penggantian Agregat Halus dengan Serbuk Pecahan Terumbu Karang Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Acuan Mutu K-225 Umur 7 Hari	102
Gambar 49 Grafik Persentase Penggantian Agregat Halus dengan Serbuk Pecahan Terumbu Karang Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Acuan Mutu K-250 Umur 7 Hari	103
Gambar 50 Sampel Beton Sisa Pengujian Umur 7 Hari	104
Gambar 51 Grafik Persentase Penggantian Agregat Halus dengan Serbuk Pecahan Terumbu Karang Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Acuan Mutu K-225 Umur 14 Hari	105
Gambar 52 Grafik Persentase Penggantian Agregat Halus dengan Serbuk Pecahan Terumbu Karang Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Acuan Mutu K-250 Umur 14 Hari	107
Gambar 53 Sampel Beton Sisa Pengujian Umur 14 Hari	107
Gambar 54 Grafik Persentase Penggantian Agregat Halus dengan Serbuk Pecahan Terumbu Karang Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Acuan Mutu K-225 Umur 21 Hari	109
Gambar 55 Grafik Persentase Penggantian Agregat Halus dengan Serbuk Pecahan Terumbu Karang Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Acuan Mutu K-250 Umur 21 Hari	110
Gambar 56 Sampel Beton Sisa Pengujian Umur 21 Hari	111
Gambar 57 Grafik Persentase Penggantian Agregat Halus dengan Serbuk Pecahan Terumbu Karang Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Acuan Mutu K-225 Umur 28 Hari	112
Gambar 58 Grafik Persentase Penggantian Agregat Halus dengan Serbuk Pecahan Terumbu Karang Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Acuan Mutu K-250 Umur 28 Hari	113
Gambar 59 Sampel Beton Sisa Pengujian Umur 28 Hari	114
Gambar 60 Grafik Persentase Penggantian Agregat Halus dengan Serbuk Pecahan Terumbu Karang Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Acuan Mutu K-225	115

Gambar 61 Grafik Persentase Penggantian Agregat Halus dengan Serbuk Pecahan Terumbu Karang Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Acuan Mutu K-250	117
Gambar 62 Pola Retak Beton Tipe 2 (Kiri) dan Tipe 3 (Kanan)	118
Gambar 63 Penampang Beton Variasi STK25%	118
Gambar 64 Penampang Beton Variasi STK50%	118
Gambar 65 Penampang Beton Variasi STK75%	119
Gambar 66 Perkiraan Perkembangan Kekuatan Beton	120
Gambar 67 Grafik Analisis Regresi Polinomial Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari dengan Acuan Mutu K-225	120
Gambar 68 Grafik Analisis Regresi Polinomial Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari dengan Acuan Mutu K-250	121

DAFTAR TABEL

Table 1 Beton menurut kuat tekannya (Tjokrodimuljo, 2007).....	8
Table 2 Berat jenis beton (Tjokrodimuljo, 2007)	9
Table 3 Komponen utama semen (Neville and Brooks, 1987).....	16
Table 4 Perkiraan kadar air bebas yang dibutuhkan (SNI 03-2834-2000)	21
Table 5 Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum (SNI 03-2834-2000)	21
Table 6 Nilai slump berdasarkan fungsi beton (SNI 03-2834-2000).....	22
Table 7 Fungsi Beton Kelas II	28
Table 8 Komposisi Material Adukan Beton (SNI 7394:2008).....	31
Table 9 Batas-batas gradasi agregat halus (SNI 03-2834-1992).....	35
Table 10 Persyaratan Pengujian Agregat Halus.....	36
Table 11 Klasifikasi Berat Jenis Agregat (Tjokrodimuljo, 2007)	37
Table 12 Klasifikasi Kadar Lumpur pada Agregat (BSN, 1989)	39
Table 13 Batas-batas gradasi agregat kasar (SNI 03-2834-1992).....	39
Table 14 Persyaratan kekerasan agregat kasar (SNI 03-2834-1992).....	40
Table 15 Persyaratan pengujian agregat kasar	40
Table 16 Komposisi Senyawa Kimia Terumbu Karang (Hendra dan Sina, 2003)	46
Table 17 Senyawa kimia dari semen Portland (Kardiyono, 2002)	47
Table 18 Penelitian Terkait.....	51
Table 19 Timeline Pelaksanaan Tugas Akhir Riset S1	61
Table 20 Komposisi Material Adukan Beton Mutu K-225.....	67
Table 21 Komposisi Material Adukan Beton Mutu K-250.....	67
Table 22 Perbandingan Komposisi Material (Sumber: SNI 7394:2008) ...	68
Table 23 Hasil Gradasi Agregat Kasar	73
Table 24 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar.....	74
Table 25 Kadar Air Agregat Kasar.....	75
Table 26 Berat Volume Agregat Kasar	76
Table 27 Kadar Lumpur Agregat Kasar.....	76
Table 28 Hasil Gradasi Agregat Halus Pasir	77

Table 29 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus Pasir	79
Table 30 Kadar Air Agregat Halus Pasir.....	79
Table 31 Berat Volume Agregat Halus Pasir	80
Table 32 Kadar Lumpur Agregat Halus Pasir	81
Table 33 Hasil Gradasi Agregat Halus Serbuk Terumbu Karang.....	82
Table 34 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus Serbuk Terumbu Karang	83
Table 35 Kadar Air Agregat Halus Serbuk Terumbu Karang	84
Table 36 Berat Volume Agregat Halus Serbuk Terumbu Karang	84
Table 37 Kadar Lumpur Agregat Halus Serbuk Terumbu Karang	85
Table 38 Rekapitulasi Uji Karakteristik Agregat Kasar.....	86
Table 39 Rekapitulasi Uji Karakteristik Agregat Halus Pasir.....	87
Table 40 Rekapitulasi Uji Karakteristik Agregat Halus Serbuk Terumbu Karang	87
Table 41 Hasil Pengujian Slump Beton K-225.....	94
Table 42 Hasil Pengujian Slump Beton K-250.....	95
Table 43 Berat Satuan Sampel Beton K-225 Umur 28 Hari.....	97
Table 44 Berat Satuan Sampel Beton K-250 Umur 28 Hari.....	98
Table 45 Hasil Uji Kuat Tekan Beton K-225 Umur 7 Hari	101
Table 46 Hasil Uji Kuat Tekan Beton K-250 Umur 7 Hari	102
Table 47 Hasil Uji Kuat Tekan Beton K-225 Umur 14 Hari	105
Table 48 Hasil Uji Kuat Tekan Beton K-250 Umur 14 Hari	106
Table 49 Hasil Uji Kuat Tekan Beton K-225 Umur 21 Hari	108
Table 50 Hasil Uji Kuat Tekan Beton K-250 Umur 21 Hari	109
Table 51 Hasil Uji Kuat Tekan Beton K-225 Umur 28 Hari	111
Table 52 Hasil Uji Kuat Tekan Beton K-250 Umur 28 Hari	113
Table 53 Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton K-225	115
Table 54 Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton K-250	116
Table 55 Perbandingan Hasil Riset Dengan Penelitian Terdahulu	123

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara tropis yang memiliki banyak wilayah pesisir dengan beraneka macam terumbu karang. Wilayah pantai di Indonesia merupakan salah satu tempat wisata yang paling banyak dikunjungi di Indonesia. Terumbu karang adalah ekosistem bawah laut yang terdiri dari sekelompok binatang karang yang membentuk struktur kalsium karbonat, semacam batu kapur. Terumbu karang merupakan salah satu organisme laut yang dilindungi oleh pemerintah (Permen KP-RI no. 24/2016). Pecahan terumbu karang berasal dari rusaknya terumbu karang di laut yang terdampar di pantai-pantai. Pecahan terumbu karang yang menumpuk di pantai dapat melukai pengunjung pantai.

Beton merupakan salah satu material yang penting dan sering digunakan dalam dunia konstruksi. Banyaknya jumlah penggunaan beton dalam konstruksi mengakibatkan peningkatan kebutuhan material beton, sehingga memicu penambangan pasir secara besar-besaran. Masalah yang timbul dari kondisi ini antara lain turunnya jumlah material yang tersedia untuk keperluan pembuatan beton, yang berbanding lurus dengan kenaikan harga. Agregat halus yang digunakan pada beton berupa pasir. Salah satu bahan alternatif yang dapat digunakan untuk pengganti agregat halus pasir adalah pecahan terumbu karang. Pecahan terumbu karang

memiliki kandungan CaCO_3 yang besar sehingga dapat digolongkan sebagai batuan kapur (Yamin,2011)

CaCO_3 merupakan salah satu material penting dalam proses pembuatan semen. Pecahan terumbu karang yang digunakan adalah pecahan terumbu karang yang sudah dihaluskan dan disaring sehingga bersih dari kotoran. Penggantian agregat halus dengan pecahan terumbu karang pada beton diharapkan juga mampu memberikan beton yang lebih ringan dengan harga yang lebih murah.

Oleh karena itu dalam penelitian ini, Penulis akan melakukan studi penggunaan pecahan terumbu karang sebagai pengganti agregat halus pada beton. Persentase penggantian pecahan terumbu karang pada penelitian ini akan dibuat bervariasi untuk menemukan kekuatan yang efektif sehingga beton layak dipakai pada bangunan.

B. Rumusan Masalah

Melalui topik studi penggunaan pecahan terumbu karang sebagai pengganti agregat halus pada beton dapat disimpulkan menjadi beberapa rumusan masalah, yaitu:

1. Berapakah nilai perbandingan kuat tekan beton dan sifat-sifat beton berbahan pecahan terumbu karang (BPTK) dengan variasi 25%, 50%, dan 75% sebagai bahan pengganti agregat halus?

2. Berapakah nilai kuat tekan optimum beton berbahan pecahan terumbu karang (BPTK) variasi 25%, 50%, dan 75% dengan acuan mutu K-225 dan K-250?

C. Tujuan Penelitian

Melalui topik studi penggunaan pecahan terumbu karang sebagai pengganti agregat halus pada beton maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mendeskripsikan nilai perbandingan kuat tekan beton dan sifat-sifat (kekuatan, berat isi, dan nilai slump) beton berbahan pecahan terumbu karang dengan variasi penggantian agregat halus 25%, 50%, dan 75%.
2. Untuk menjelaskan kuat tekan optimum beton setelah menggunakan pecahan terumbu karang sebagai agregat halus dengan variasi persentase penggantian menggunakan komposisi pencampuran material beton mengacu pada SNI 7394:2008 untuk mutu K-225 dan K-250.

D. Manfaat Penelitian

Melalui topik studi penggunaan pecahan terumbu karang sebagai pengganti agregat halus pada beton, adapun manfaat penelitian ini ditujukan untuk:

1. Menambah wawasan dalam ilmu arsitektur khususnya dalam bidang material, struktur, dan konstruksi bangunan.

2. Menjadi bahan studi pemerintah untuk menjadikan terumbu karang sebagai alternatif penggunaan agregat halus pasir.
3. Menambah wawasan masyarakat mengenai penggunaan pecahan terumbu karang sebagai pengganti material agregat halus pada beton.
4. Mengurangi potensi pencemaran pecahan terumbu karang di lingkungan pantai.

E. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah penelitian ini adalah:

1. Variasi persentase yang digunakan pada penelitian ini adalah 0%, 25%, 50%, dan 75%.
2. Pecahan terumbu karang yang digunakan adalah pecahan terumbu karang yang ditemukan di area pantai pasir putih dan sudah dalam keadaan kering.
3. Terumbu karang yang digunakan merupakan pecahan terumbu karang jahe (*Acropora*).
4. Pencampuran komposisi material penyusun beton mengacu pada SNI 7394:2008.
5. Peninjauan beton dilakukan sebanyak 4 kali pada hari ke-7, hari ke-14, hari ke-21, dan hari ke-28.
6. Kuat tekan beton di ukur dengan alat uji tekan beton.
7. Perawatan yang dilakukan pada beton menggunakan metode *dry curing*.

8. Tidak membahas secara detail reaksi kimia yang terjadi pada pencampuran terhadap material-material yang digunakan.

F. Sistematika Penulisan

Penulisan ini dilakukan dengan menggunakan metode pengkajian teori-teori pada studi kepustakaan. Kajian tersebut lalu dihubungkan dengan hasil uji laboratorium yang dilakukan dan selanjutnya akan dianalisis sehingga dapat menghasilkan kesimpulan.

- **Bab I Pendahuluan**

Bab ini berisi penjelasan mengenai latar belakang penulisan, permasalahan, tujuan penulisan, manfaat penulisan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

- **Bab II Tinjauan Pustaka**

Bab ini berisi tentang teori beton, teori terumbu karang, unsur-unsur dasar dari terumbu karang dan beton. Teori-teori tersebut akan dihubungkan dengan penggunaan terumbu karang sebagai pengganti agregat halus pasir pada beton.

- **Bab III 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, fokus amatan, unit amatan dan metode penentuan objek amatan,

keterbatasan penelitian, instrumen penelitian lapangan, jenis dan sumber data penelitian, teknik pengumpulan data, teknik pengolahan data, teknik analisis data dan validasi serta keterandalan data.

- Bab IV Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini menyajikan data-data hasil analisis uji kuat tekan beton dengan persentase penggantian agregat halus yang bervariasi, selain itu bab ini akan membahas kuat tekan optimum beton hingga mencapai mutu yang diinginkan.

- Bab V Kesimpulan dan Saran

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

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Beton

Dalam sebuah konstruksi, beton adalah sebuah bahan bangunan komposit yang terbuat dari kombinasi agregat dan pengikat semen. Bentuk paling umum dari beton adalah beton semen Portland, yang terdiri dari agregat kasar dan halus, semen dan air. Menurut SNI 2847:2013, beton adalah campuran semen portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan (admixture). Menurut Mc. Cormac (2004) beton adalah suatu campuran yang terdiri dari pasir, kerikil, batu pecah, atau agregat lain yang dicampur jadi satu dengan suatu pasta yang terbuat dari semen dan air membentuk suatu massa mirip batuan. Pembuatan beton yang baik, material-material tersebut harus melalui tahap penelitian yang sesuai standar sehingga didapat material yang berkualitas baik (Nugroho, 2010).

Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan optimum 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. Beton terdiri dari $\pm 15\%$ semen, $\pm 8\%$ air, $\pm 3\%$ udara, selebihnya pasir dan kerikil. Campuran tersebut setelah mengeras mempunyai sifat yang berbeda-beda, tergantung pada cara pembuatannya.

Perbandingan campuran, cara pencampuran, cara mengangkut, cara mencetak, cara memadatkan, dan sebagainya akan mempengaruhi sifat-sifat beton. (Wuryati, 2001).

a. Sifat Beton

Menurut (Tjokrodimuljo, 2007) beton memiliki beberapa sifat yang dimiliki beton dan sering di pergunakan untuk acuan adalah sebagai berikut ini:

- Kekuatan

Beton memiliki sifat getas sehingga beton memiliki kuat tekan yang tinggi namun gaya tarik yang rendah. Kuat tekan beton merupakan salah satu sifat yang paling berpengaruh.

Table 1 Beton menurut kuat tekannya (Tjokrodimuljo, 2007)

Jenis Beton	Kuat Tekan (Mpa)
Beton sederhana	sampai 10 Mpa
Beton normal	15 - 30 Mpa
Beton pra tegang	30 - 40 Mpa
Beton kuat tekan tinggi	40 - 80 Mpa
Beton kuat tekan sangat tinggi	> 80 Mpa

Uji tekan beton pengujian kuat tekan dari beton biasanya lebih dikenal dengan pengujian “Beton Inti” (SNI 03-3403-1994). Alat uji yang digunakan adalah mesin tekan dengan kapasitas dari 2000 kN sampai dengan 3000 kN. Pemberian beban uji harus dilakukan bertahap dengan penambahan beban uji yang konstan berkisar antara 0,2 N/mm² sampai 0,4 N/mm² per detik hingga benda uji hancur. Bila beton yang diambil

berada dalam kondisi kering selama masa layannya, benda uji silinder beton (hasil bor inti) harus diuji dalam kondisi kering. Bila beton yang diambil berada dalam kondisi sangat basah selama masa layannya, maka silinder harus direndam dahulu minimal 40 jam dan diuji dalam kondisi basah.



Gambar 1 Alat uji tekan beton

(Sumber: Hesa.co.id)

- Berat jenis

Table 2 Berat jenis beton (Tjokrodimuljo, 2007)

Jenis beton	Berat jenis	Pemakaian
Beton sangat ringan	< 1,00	Non struktural
Beton ringan	1,00 - 2,00	Struktur ringan
Beton normal	2,30 - 2,50	Struktur
Beton berat	> 3,00	Perisai sinar X

Melalui tabel diatas dapat dilihat pengaruh berat jenis beton terhadap penggunaannya pada konstruksi bangunan. Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat bahwa berat jenis beton normal atau struktural adalah 2300-2500 kg/m³.

- Modulus elastisitas beton

Modulus elastisitas beton bergantung pada campuran agregat dan pastanya. Persamaan modulus elastisitas beton disimpulkan sebagai berikut:

$$E_e = (W_e)^{1,5} \times 0,043 \sqrt{f'_c} \quad \text{untuk } W_e = 1,5 - 2,5 \dots \dots \dots (1)$$

$$E_e = \sqrt{4700/f'_c} \quad \text{untuk beton normal} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

E_e = Modulus Elastisitas Beton (MPa)

W_e = Berat jenis beton

f'_c = Kuat tekan beton (MPa)

- Susutan pengerasan

Volume pada beton akan mengalami penyusutan setelah beton mengeras dibandingkan volume beton saat beton masih segar (belum keras). Hal ini terjadi karena adanya penguapan air pada beton. Unsur yang menyusut adalah pasta (semen) pada beton, hal ini dikarenakan faktor air yang digunakan pada semen menguap. Oleh karena itu dapat disimpulkan, semakin banyak pasta yang digunakan pada beton maka semakin besar penyusutan yang terjadi pada beton.

- Kerapatan air

Kerapatan air adalah daya tahan beton terhadap air. Pada beberapa konstruksi bangunan, beton diharapkan kedap air agar tidak terjadi kebocoran. Contoh: dinding basement, tandon air, dll.

b. Jenis beton

Menurut Mulyono (2005) terdapat beberapa jenis beton yang dapat digunakan dalam konstruksi bangunan, yaitu:

- Beton normal (sederhana) adalah beton yang menggunakan agregat normal (pasir dan kerikil).



Gambar 2 Beton Normal

(Sumber: Wikipedia)

- Beton bertulang adalah beton yang menggunakan tulangan dengan jumlah dan luas tulangan tanpa pratekan dan direncanakan berdasarkan asumsi bahwa kedua material dapat bekerja bersama-sama dalam menahan gaya yang bekerja, baik gaya tekan maupun gaya tarik.



Gambar 3 Beton Bertulang Pada Kolom Bangunan

(Sumber: Wikipedia)

- Beton pra-cetak (*Pre-cast*) adalah beton yang elemennya tanpa tulangan dan dicetak di tempat yang berbeda dari posisi beton akan diletakan.



Gambar 4 Beton Pra Cetak

(Sumber: Betonprecast)

- Beton pra-tekan adalah beton yang telah diberikan tegangan dalam bentuk mengurangi tegangan tarik potensial dalam beton akibat pemberian beban yang bekerja.



Gambar 5 Beton Pra Tegang

(Sumber: Hadi, M)

- Beton ringan adalah beton yang memakai agregat ringan atau campuran antara agregat kasar ringan dan pasir alami sebagai pengganti agregat halus ringan dengan ketentuan tidak boleh melampaui berat isi maksimum beton 1850 kg/m³ kering udara dan harus memenuhi ketentuan kuat tekan dan kuat tarik beton ringan untuk tujuan struktural.



Gambar 6 Beton Ringan

(Sumber: Arsitur)

c. Unsur Penyusun Beton

Unsur atau material penyusun beton meliputi air, semen portland, agregat kasar dan halus serta bahan tambah, di mana setiap bahan

penyusun mempunyai fungsi dan pengaruh yang berbeda-beda. Sifat yang penting pada beton adalah kuat tekan, bila kuat tekan tinggi maka sifat-sifat yang lain pada umumnya juga baik. Faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton terdiri dari kualitas bahan penyusun, nilai faktor air semen, gradasi agregat, ukuran maksimum agregat, cara pengerjaan (pencampuran, pengangkutan, pemadatan dan perawatan) serta umur beton (Tjokrodimuljo, 1996). Berikut adalah bahan penyusun beton yang digunakan, yaitu:

- Semen Portland

Portland Cement (PC) atau semen adalah bahan yang bertindak sebagai bahan pengikat agregat, jika dicampur dengan air semen menjadi pasta. Dengan proses waktu dan panas, reaksi kimia akibat campuran air dan semen menghasilkan sifat perkerasan pasta semen.

Unsur utama yang terkandung dalam semen dapat digolongkan ke dalam empat bagian yaitu : trikalsium silikat (C_3S), dikalsium silikat (C_2S), trikalsium aluminat (C_3A), dan tetrakalsium aluminoforit (C_4AF). Selain itu, pada semen juga terdapat unsur-unsur lainnya dalam jumlah kecil, misalnya : MgO , TiO_2 , Mn_2O_3 , K_2O dan Na_2O . Soda atau potasium (Na_2O dan K_2O) merupakan komponen minor dari unsur-unsur penyusun semen yang harus diperhatikan, karena keduanya merupakan alkalis yang dapat bereaksi dengan silika aktif dalam agregat, sehingga menimbulkan disintegrasi beton (Neville dan Brooks, 1987). Menurut Tjokrodimuljo (2007) unsur C_3S dan C_2S merupakan bagian terbesar (70% - 80%) dan paling

dominan dalam memberikan sifat semen. Unsur C_3S sangat berpengaruh untuk proses pembuatan semen, karena pada saat semen tercampur dengan air, unsur C_3S akan terdehidrasi dan membantu pengerasan semen. Menurut SNI S04- 1989F, semen portland terbagi menjadi 5 jenis, yaitu:

- Jenis I, yaitu semen portland untuk konstruksi umum yang penggunaan tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang diisyaratkan pada jenis-jenis lain.
- Jenis II, yaitu semen portland untuk konstruksi yang memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang
- Jenis III, yaitu semen portland untuk konstruksi yang menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi
- Jenis IV, yaitu semen portland untuk konstruksi yang menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah
- Jenis V, yaitu semen portland untuk konstruksi yang menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

Hasil dari proses hidrasi semen adalah $C_3S_2H_3$ (tobermorite) yang berbentuk gel dan menghasilkan panas hidrasi selama reaksi berlangsung. Hasil yang lain berupa kapur bebas $Ca(OH)_2$, yang merupakan sisa dari reaksi antara C_3S dan C_2S dengan air. Kapur bebas ini dalam jangka panjang cenderung melemahkan beton, karena dapat bereaksi dengan zat asam maupun sulfat yang ada di lingkungan sekitar, sehingga menimbulkan proses korosi pada beton.

Table 3 Komponen utama semen (Neville and Brooks, 1987)

Nama campuran	Komposisi Oksida	Singkatan
Trikalsium Silikat	3CaO-SiO ₂	C ₃ S
Dikalsium Silikat	2CaO-SiO ₂	C ₂ S
Trikalsium Aluminat	3CaO-Al ₂ O ₃	C ₃ A
Tetrakalsium Aluminoforit	4CaO-Al ₂ O ₃ -Fe ₂ O ₃	C ₄ AF

Silikat, C₃S dan C₂S merupakan senyawa paling penting, sebab ke tiga bahan itu menentukan kekuatan dari pasta semen. Kandungan silikat pada semen bukan merupakan campuran yang murni, melainkan mengandung sedikit oksida padat yang secara signifikan akan mempengaruhi susunan atom; bentuk kristal; dan perilaku hidrolis semen.

- Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi pada beton. Menurut Pusjatan (2019), agregat adalah material berbutir yang keras dan kompak. Agregat menempati 70% dari volume beton. Menurut Tjokrodinuljo (1996), pemilihan agregat sangat mempengaruhi, karena karakteristik agregat akan berpengaruh pada sifat beton. Agregat sendiri berfungsi sebagai *filler* atau pengisi pada beton.

Butiran mineral yang dimaksud adalah suatu bahan yang berasal dari butir-butir pecahan batu, pasir, atau mineral lain. Salah satunya adalah pecahan terumbu karang yang dapat digolongkan sebagai batuan kapur. Mineral yang digunakan dapat berbentuk mineral padat berukuran besar maupun fragmen-fragmen.

Faktor lain yang perlu diperhatikan dalam pemilihan agregat adalah gradasi atau distribusi ukuran butir agregat, karena bila butir-butir agregat mempunyai ukuran yang seragam berakibat volume pori lebih besar tetapi bila ukuran butirnya bervariasi maka volume pori pada beton akan menjadi kecil. Hal ini disebabkan butir yang lebih kecil akan mengisi pori di antara butiran yang lebih besar. Agregat sebagai bahan penyusun beton diharapkan mempunyai kepekatan yang tinggi, sehingga volume pori dan bahan pengikat yang dibutuhkan lebih sedikit.

Ukuran agregat yang pada umumnya digunakan digolongkan ke dalam 3 kelompok, yaitu:

- Batu, jika ukuran butiran lebih dari 40 mm.
- Kerikil, jika ukuran butiran antara 5 mm sampai 40 mm.
- Pasir, jika ukuran butiran antara 0,15 mm sampai 5 mm.
- Air

Air merupakan bahan penyusun beton yang diperlukan untuk bereaksi dengan semen, yang juga berfungsi sebagai pelumas antara butiran-butiran agregat agar dapat dikerjakan dan dipadatkan. Proses hidrasi dalam beton segar membutuhkan air kurang lebih 25% dari berat semen yang digunakan. Kelebihan air dari proses hidrasi diperlukan untuk syarat-syarat kekentalan (consistency), agar dapat dicapai suatu kelecakan yang baik. Kelebihan air ini selanjutnya akan menguap atau tertinggal di dalam beton yang sudah mengeras, sehingga menimbulkan pori-pori.

Secara umum, air dinyatakan memenuhi syarat untuk dipakai sebagai bahan pencampur beton, apabila dapat menghasilkan beton dengan kekuatan lebih dari 90% kekuatan beton yang menggunakan air suling (Tjokrodimuljo, 1996). Air yang dapat diminum dapat digunakan sebagai campuran beton, dapat juga berupa air tawar (dari sungai, danau, telaga, kolam, situ dan lainnya), air laut maupun air limbah asalkan memenuhi syarat mutu yang telah ditetapkan. Secara sederhana, air yang baik untuk digunakan sebagai bahan campuran beton adalah air yang layak diminum, tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa.

d. Kelebihan dan Kelemahan Beton

Menurut (Tjokrodimuljo, 2007) beton memiliki beberapa kelebihan antara lain sebagai berikut ini.

1. Harga yang relatif lebih murah karena menggunakan bahan-bahan dasar yang umumnya mudah didapat
2. Termasuk bahan yang awet, tahan panas, tahan terhadap pengkaratan atau pembusukan oleh kondisi lingkungan, sehingga biaya perawatan menjadi lebih murah
3. Mempunyai kuat tekan yang cukup tinggi sehingga jika dikombinasikan dengan baja tulangan yang mempunyai kuat tarik tinggi sehingga dapat menjadi satu kesatuan struktur yang tahan tarik dan tahan tekan.
4. Pengerjaannya mudah karena beton dapat dibuat sesuai dengan bentuk dan ukuran yang diinginkan.

Sedangkan menurut Tjokrodimuljo (2007), beton juga memiliki kekurangan, yaitu:

1. Bahan dasar penyusun beton agregat halus maupun agregat kasar bermacam-macam sesuai dengan lokasi pengambilannya, sehingga distribusi material tidak dapat merata setiap daerah.
 2. Beton mempunyai beberapa kelas kekuatannya sehingga harus direncanakan sesuai dengan bagian bangunan yang akan dibuat.
 3. Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga mudah retak. Namun hal ini dapat diatasi dengan menambahi tulangan pada beton.
- e. Perencanaan Campuran Adukan Beton

Perencanaan campuran adukan beton ditujukan untuk mengetahui komposisi bahan yang digunakan dalam proses pembuatan beton. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam pencampuran beton adalah, kuat tekan yang diinginkan setelah 28 hari, workability, dan sifat awet atau ekonomis. Perancangan campuran adukan beton ini menggunakan SK SNI : 03-2834-2000 (Tjokrodimuljo, 2007), dengan langkah- langkah perhitungan sebagai berikut :

1. Memilih kuat tekan beton yang direncanakan $f'c$ pada umur tertentu
2. Menghitung deviasi standar menurut ketentuan yang ada
3. Menghitung nilai kuat tekan beton rata-rata dengan rumus:

$$f'_{cr} = f'c + m \dots\dots\dots (3)$$

$$f'_{cr} = f'_c + 1,64 S_r \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

f'_{cr} = kuat tekan rata-rata MPa

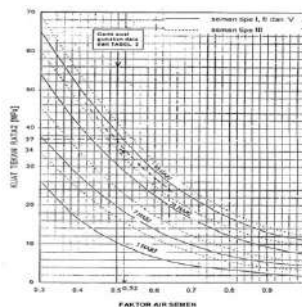
f'_c = kuat tekan yang direncanakan Mpa

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

S_r = Deviasi standar rencana

m = Nilai tambah (MPa)

4. Memilih jenis semen yang akan digunakan. Dalam penelitian ini jenis semen yang akan digunakan adalah semen Portland.
5. Memilih jenis agregat kasar dan halus yang akan digunakan. Pada umumnya agregat yang digunakan adalah pasir dan kerikil. Dalam penelitian ini, agregat halus yang akan digunakan adalah pecahan terumbu karang.
6. Menentukan jenis *superplasticizer* sesuai dengan fungsi beton.
7. Menentukan nilai faktor air semen



Gambar 7 Hubungan Faktor Air Semen dan Kuat Tekan Silinder

(Sumber: SNI 03-2834-2000)

8. Menentukan kadar air bebas

Table 4 Perkiraan kadar air bebas yang dibutuhkan (SNI 03-2834-2000)

Slump (mm)		0 - 10	10 - 30	30 - 60	60 - 180
Ukuran besar butir agregat maksimum	Jenis agregat	-	-	-	-
10	Batu tdk dipecahkan	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tdk dipecahkan	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tdk dipecahkan	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

9. Menetapkan nilai faktor air semen maksimum

Table 5 Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum (SNI 03-2834-2000)

Keadaan beton	Jumlah semen minimum	Nilai faktor air semen
Beton di dalam ruang bangunan:	275	0,6
a. Keadaan keliling non-korosif	325	0,52
b. Keadaan keliling korosid		
Beton diluar ruangan bangunan:	325	0,6
a. Tidak terlindung dari hujan dan panas matahari langsung	275	0,6
b. Terlindung dari hujan dan panas matahari langsung.		
Beton yang masuk ke dalam tanah:	325	0,55

- a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti
- b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah

10. Menetapkan nilai slump

Table 6 Nilai slump berdasarkan fungsi beton (SNI 03-2834-2000)

Pemakaian	Maksimum (cm)	Minimum (cm)
Dinding, plat pondasi dan pondasi telapak bertulang	12,5	5
Pondasi telapak tidak bertulang, kaison dan struktur bawah tanah	9	2,5
Pelat, balok, kolom dan dinding	15	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5
Pembetonan massal	7,5	2,5

11. Menetapkan ukuran agregat maksimum

12. Menentukan kebutuhan air dengan rumus:

$$A = 0,67A_h + 0,33 A_k \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan :

A = Jumlah air yang dibutuhkan , L/m³

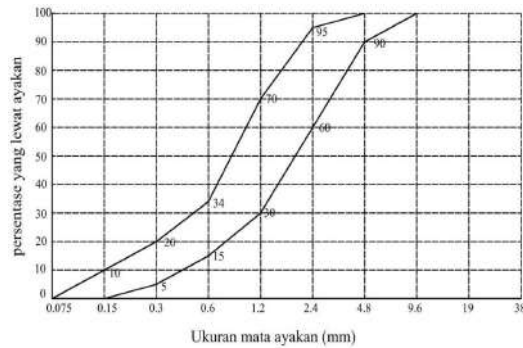
A_h = Jumlah air yang dibutuhkan untuk agregat halus

A_k = Jumlah air yang dibutuhkan untuk agregat kasar

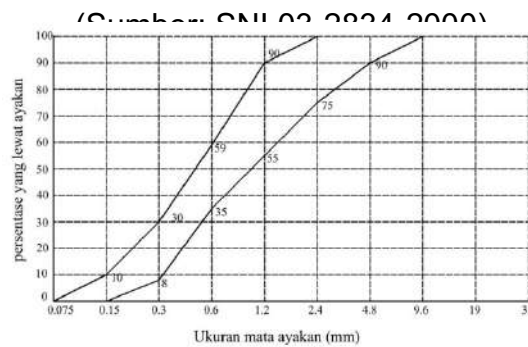
13. Menentukan jumlah semen maksimum dan minimum

14. Menentukan kebutuhan air dan faktor air semen

15. Menentukan susunan besar butir agregat halus (pasir) kalau agregat halus sudah dikenal dan sudah dilakukan analisa ayaknya menurut standar yang berlaku.

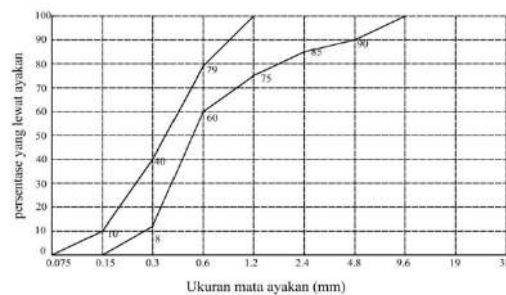


Gambar 8 Kurva batas gradasi pasir daerah no.1



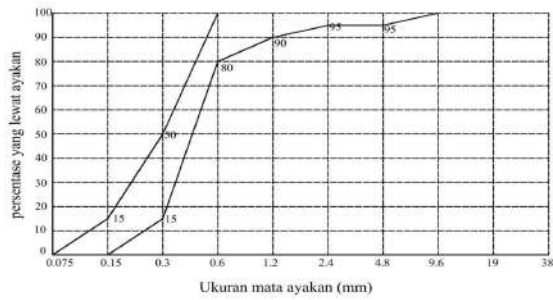
Gambar 9 Batas gradasi pasir pada daerah no.2

(Sumber: SNI 03-2834-2000)



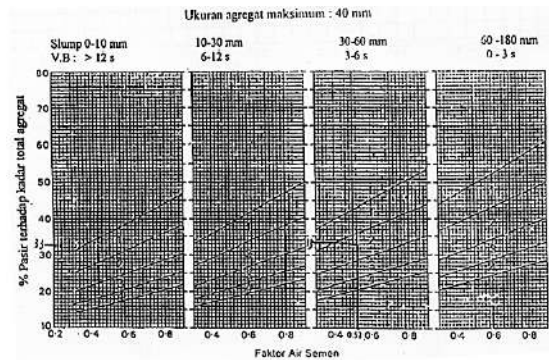
Gambar 10 Batas gradasi pasir pada daerah no.3

(Sumber: SNI 03-2834-2000)



Gambar 11 Batas gradasi pasir pada daerah no.4
(Sumber: SNI 03-2834-2000)

16. Menentukan persentase pasir



Gambar 12 Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm
(Sumber: SNI 03-2834- 2000)

17. Menghitung berat jenis agregat campuran

Berat jenis agregat campuran dihitung dengan rumus :

$$B_j \text{ campuran} = \left(\frac{k_h}{100} \times b_{j_h} \right) + \left(\frac{k_k}{100} \times b_{j_k} \right) \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan:

b_j camp = Berat jenis agregat campuran

b_j h = Berat jenis agregat halus

bj k = Berat jenis agregat kasar

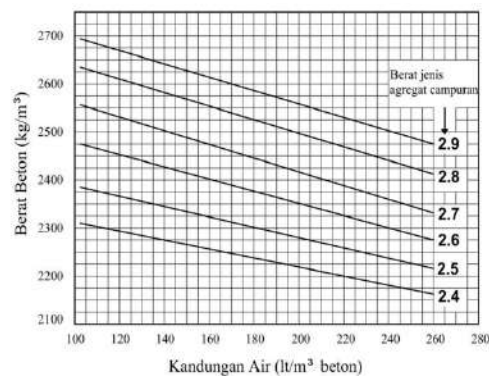
kh = Persentase berat agregat halus terhadap agregat campuran

kk = Persentase berat agregat kasar terhadap agregat campuran

bj = 2,60 untuk agregat alami

bj = 2,70 untuk agregat pecahan

18. Menentukan berat jenis beton sesuai dengan kebutuhan air



Gambar 13 Hubungan antara kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat beton

(Sumber: SNI 03-2834-2000)

19. Menghitung kebutuhan agregat gabungan yang didapat dari berat jenis beton dikurangi jumlah kebutuhan semen dan di kurang jumlah kebutuhan air.

20. Menghitung kebutuhan agregat halus yang besarnya adalah hasil kali dari presentasi pasir dan agregat campuran.

21. Menghitung kebutuhan agregat kasar yang besarnya adalah kebutuhan agregat gabungan (langkah ke-19) dikurangi kebutuhan agregat halus (langkah ke-20).

Melalui langkah-langkah diatas dapat diketahui bahan campuran adukan beton 1m³ beton.

f. Penyerapan Air

Pada sebuah beton terdapat selisih perbedaan penyerapan air pada permukaan beton dan penyerapan air di dalam beton. Selain itu, penyerapan air permukaan yang tinggi hanya mengurangi kuat tekan selimut beton. Seluruh kekuatan tekan beton tergantung pada kedua permukaan dan struktur dalam beton. Oleh karena itu dapat disimpulkan kekuatan beton tidak dapat dievaluasi oleh penyerapan air. Penyerapan air pada beton dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$P_A = \frac{B_b - B_a}{B_a} \times 100 \quad \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan:

P_A = Penyerapan air (%)

B_a = Berat awal beton (kg)

B_b = Berat setelah perendaman (kg)

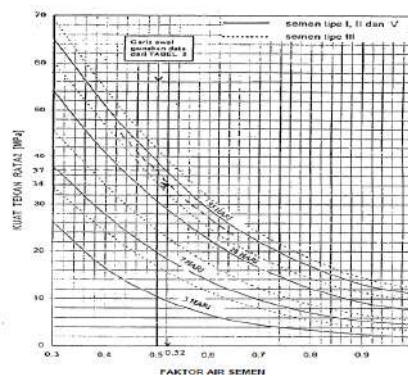
g. Slump dan Faktor Air Semen

Slump atau kemerosotan merupakan salah satu hal yang harus diperhatikan. Kemerosotan beton biasa di cek dengan uji *slump* untuk dapat

memperoleh nilai slump yang kemudian dipakai sebagai tolak ukur kelecakan beton segar untuk kemudahannya dalam mengerjakan. Menurut Tjokrodimuljo (2007), terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kelecakan beton, yaitu:

1. Jumlah air yang dipakai dalam adukan beton
2. Jumlah pasta dalam campuran adukan
3. Gradasi agregat
4. Besar butir maksimum agregat.

Slump pada beton sangat berhubungan dengan faktor air semen (FAS) yang ada pada beton, semakin tinggi nilai faktor air semen pada sebuah beton maka biasanya akan semakin tinggi pula nilai slump yang didapatkan berarti jika nilai slump tinggi maka kuat tekan beton akan semakin kecil.



Gambar 14 Hubungan antara kuat tekan beton dan faktor air semen
(Sumber: SNI 03-2834-1993)

Melalui grafik diatas dapat dilihat semakin besar nilai FAS pada beton maka nilai kuat tekan beton akan semakin kecil dan sebaliknya

semakin kecil nilai FAS yang diperoleh maka kuat tekan akan semakin tinggi. Sehingga nilai slump dan kandungan FAS pada beton akan sangat mempengaruhi nilai kuat tekan pada beton.

h. Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton merupakan kemampuan beton untuk menerima beban persatuan luas (Mulyono, 2004). Secara singkat, nilai kuat tekan beton dan membuktikan kinerja dan mutu sebuah beton. Benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Nilai kuat tekan beton sering kali menjadi parameter utama untuk mengenali mutu sebuah konstruksi, karena kuat tekan beton mengidentifikasikan mutu dari sebuah beton.

Mutu beton digolongkan ke dalam 3 kelas, yaitu:

- Mutu beton kelas I : K-100, K-125, K-150, K-175, dan K-200 dapat digunakan untuk pekerjaan non-struktural
- Mutu beton kelas II: K-225, K-250, dan K-275 digunakan untuk pekerjaan struktur seperti lantai, jalan, pondasi, sloof, kolom, dll.
- Mutu beton kelas III: K-325, K-350, K-375, K-450, dan K-500 adalah beton khusus.

Table 7 Fungsi Beton Kelas II

Mutu	Kegunaan
K-225	<ul style="list-style-type: none">• Konstruksi tingkat rendah• Plat lantai rumah 2-3 lantai• Kolom rumah 2-3 lantai

	<ul style="list-style-type: none"> • Kansteen taman
K-250	<ul style="list-style-type: none"> • Konstruksi tingkat menengah • Jalan dengan beban rendah (pedestrian, promenade) • Kolom dan pondasi rumah 2 - 9 lantai. • Balok rumah • Kansteen trotoar
K-275	<ul style="list-style-type: none"> • Konstruksi tingkat tinggi • Jalan (lingkungan) • Kolom dan pondasi rumah 2 - 5 lantai. • Balok rumah • Kansteen DKI, kansteen S

Beton kelas II dapat difungsikan untuk pekerjaan struktur, semakin rendah tingkat mutu beton, semakin sedikit fungsi kegunaannya. Beton dengan mutu yang tinggi memiliki kualitas dan kuat tekan yang lebih baik. Selain itu, mutu beton juga mempengaruhi umur beton dan perawatan kedepannya.

Mutu beton K-225 dapat digunakan untuk pengerjaan konstruksi tingkat rendah seperti plat lantai rumah 2 lantai hingga kansteen taman. Mutu beton K-250 memiliki kuat tekan yang lebih tinggi sehingga dapat digunakan untuk pekerjaan konstruksi menengah seperti kolom dan pondasi rumah 2 hingga 3 lantai. Selain itu, beton dengan mutu K-250 dapat digunakan sebagai jalanan dengan beban yang tidak terlalu tinggi, seperti pedestrian atau promenade.

Faktor- faktor yang berpengaruh pada nilai kuat tekan beton adalah:

1. Umur beton, semakin lama umur beton maka kuat tekan beton akan semakin menurun. Penurunan kuat tekan beton dapat dilihat setelah lebih dari 360 hari.

2. *Workability* pada saat pengerjaan beton.
3. Gradasi agregat (butiran), pada saat pembuatan sampel beton tentu dibutuhkan gradasi yang tidak seragam dari gradasi yang paling kecil hingga besar untuk mengisi rongga-rongga atau celah pada saat pembuatan cetakan/silinder beton, hal ini sangat berpengaruh karena jika jumlah gradasi agregat kasar yang seragam terlalu besar maka rongga-rongga pada beton tidak akan tertutup sempurna dan mengakibatkan terjadinya lubang-lubang keropos pada bagian beton, ini akan berakibat pada kekuatan beton yang menurun.

Kuat tekan beton diwakili oleh tegangan maksimum f'_c dengan satuan kg/cm^2 atau MPa (Mega Pascal) (SNI 031974- 1990). Nilai kuat tekan beton umumnya relatif lebih tinggi dibandingkan dengan kuat tariknya, oleh karena itu untuk meninjau mutu beton biasanya secara kasar hanya ditinjau kuat tekannya saja (Tjokrodimuljo, 2007). Kuat tekan beton mengalami kenaikan seiring bertambahnya hari sampai umur 28, Menurut Mulyono (2004) kekuatan tekan beton akan bertambah dengan naiknya umur beton. Kekuatan beton akan naik secara cepat sampai umur 28 hari, tetapi setelah itu kenaikannya akan kecil. Nilai kuat tekan beton berdasarkan SK SNI M-14-1989-F dapat dihitung menggunakan rumus:

$$f'_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (8)$$

Keterangan:

f'_c = Kuat tekan Silinder beton (MPa)

P = Beban tekan maksimum (kg)

A = Luas bidang tekan (cm²)

Berdasarkan SNI 1974:2011, faktor konversi uji tekan silinder Ø10 ke silinder diameter Ø15 adalah 1,04. Sehingga didapatkan persamaan:

$$f'c \text{ Ø15} = \text{Kuat tekan beton silinder Ø10} \times 1,04 \dots\dots\dots (8.1)$$

Keterangan:

f'c Ø15 = Kuat tekan beton silinder diameter 15 cm x 30 cm (Mpa)

Dalam penghitungan mutu beton mengacu pada PBI 1971 dan SNI, mutu beton (K) dapat dikonversikan melalui kuat tekan silinder beton 15 cm x 30 cm, dengan persamaan:

$$K = \frac{f'c}{0,083} \dots\dots\dots(8.2)$$

Keterangan:

K = mutu beton

0,083 = faktor konversi benda uji kubus ke silinder 15 cm x 30 cm

Table 8 Komposisi Material Adukan Beton (SNI 7394:2008)

No.	Berat Material (Kg)				W/C Ratio	Total Berat (Kg)	Mutu
	Semen	Pasir	Kerikil	Air (L)			
1	247	869	999	215	0,87	2.330	K 100
2	276	828	1.012	215	0,78	2.330	K 125
3	299	799	1.017	215	0,72	2.330	K 150
4	326	760	1.029	215	0,66	2.330	K 175
5	352	731	1.031	215	0,61	2.330	K 200
6	371	698	1.047	215	0,58	2.330	K 225

7	384	692	1.039	215	0,56	2.330	K 250
8	406	684	1.026	215	0,53	2.330	K 275
9	413	681	1.021	215	0,52	2.330	K 300
10	439	670	1.006	215	0,49	2.330	K 325
11	448	667	1.000	215	0,48	2.330	K 350

Tabel diatas menjadi acuan komposisi material adukan beton yang akan digunakan untuk membuat campuran beton dengan target mutu yang diinginkan. Mutu yang digunakan sebagai acuan pada penelitian ini adalah mutu K-225 (18,68 Mpa) dan K-250 (20,75 Mpa).

i. Perawatan Beton

Perawatan beton ialah suatu tahap akhir pekerjaan pembeconan, yaitu menjaga agar permukaan beton segar selalu lembab, sejak dipadatkan sampai proses hidrasi cukup sempurna (kira-kira selama 28 hari). Kelembaban permukaan beton itu harus dijaga agar air didalam beton segar tidak keluar. Hal ini untuk menjamin proses hidrasi semen (reaksi semen dan air) berlangsung dengan sempurna. Bila hal ini tidak dilakukan, maka oleh udara panas akan terjadi proses penguapan air dari permukaan beton segar, sehingga air dari dalam beton segar mengalir keluar, dan beton segar kekurangan air untuk hidrasi, sehingga timbul retak-retak pada permukaan betonnya (Tjokrodinuljo, 2007).

Menurut SNI-2493-2011 perawatan benda uji beton di laboratorium dapat dilakukan sebagai berikut :

1. Menutup beton setelah pekerjaan akhir

Untuk menghindari penguapan air dari beton yang belum mengeras, benda segera ditutup setelah pekerjaan akhir, lebih dipilih plat yang tak menyerap dan reaktif atau lembaran plastik yang kuat, awet dan kedap air.

2. Pembukaan cetakan 24 jam \pm 8 jam setelah pencetakan

3. Lingkungan perawatan beton

Benda uji tidak boleh diletakkan pada air mengalir atau air yang menetes. Rawat silinder beton struktur ringan sesuai dengan SNI 03-3402-1994.

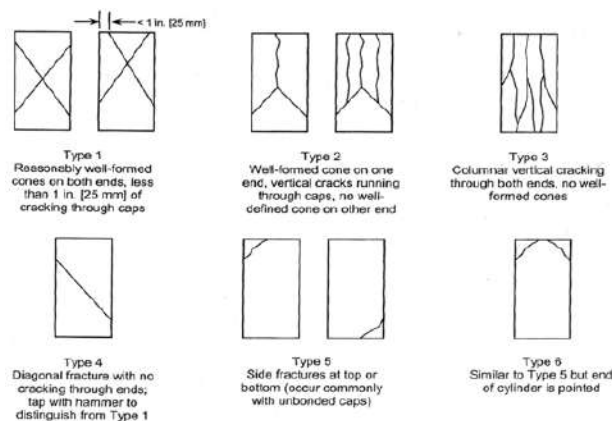
Lama pelaksanaan curing/perawatan beton sendiri berpengaruh pada beberapa hal antara lain sebagai berikut ini.

- Mutu / kekuatan beton (Strength)
- Keawetan struktur beton (Durability)
- Kekedapan air beton (Water Tightness)
- Ketahanan permukaan beton (Wear Resistance)
- Kestabilan volume yang berhubungan dengan susut atau pengembangan (volume stability : shrinkage and expansion).

j. Pola Retak Beton

Jenis pola retak dalam ASTM C39/C39M-14 *Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens* tahun 2014 terbagi atas beberapa tipe, yaitu:

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 bottom*)
6. Pola retak sama dengan tipe 5 dengan retak sisi atas pada titik tengah



Gambar 15 Pola Retak Pada Beton

(Sumber: ASTM C39/C39M-14)

B. Agregat Halus

Agregat halus adalah hasil disintegrasi alami batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5 mm (SNI-03-2847-2002). Berdasarkan SNI 03-2834-1992 ukuran butiran agregat halus didistribusi menjadi 4 zone, yaitu : zone I (kasar), zone II (agak kasar), zone III (agak halus) dan zone IV (halus). Menurut Pusjatan (2019), agregat halus adalah agregat yang lolos saringan no. 8 (2,36 mm).

Table 9 Batas-batas gradasi agregat halus (SNI 03-2834-1992)

Ukuran saringan	Persentase berat yang lolos saringan			
	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4
9,60 mm	100	100	100	100
4,80 mm	90 - 100	90 - 100	90 - 100	90 - 100
2,40 mm	60 - 95	75 - 100	85 - 100	95 - 100
1,20 mm	30 - 70	55 - 90	75 - 100	90 - 100
0,60 mm	15 - 34	35 - 59	60 - 79	80 - 100
0,30 mm	5 - 20	8 - 30	12 - 40	15 - 50
0,15 mm	0 - 10	0 - 10	0 - 10	0 - 15

a. Persyaratan Pengujian Agregat Halus

Adapun syarat-syarat agregat halus yang baik digunakan untuk bahan campuran beton normal menurut Mulyono (2005), antara lain:

- Modulus halus butir 1,5 sampai 3,8
- Kadar lumpur maksimal 5%
- Kadar zat organik yang terkandung yang ditentukan dengan mencampur agregat halus dengan larutan natrium sulfat (NaSO_4) 3%, jika dibandingkan dengan warna standar / pembanding tidak lebih tua dari pada warna standar.
- Kekerasan butiran jika dibandingkan dengan kekerasan butir pasir pembanding yang berasal dari pasir kwarsa Bangka memberikan angka tidak lebih dari 2,2.
- Kekekalan (jika diuji dengan natrium sulfat bagian yang hancur maksimum 10%, dan jika di pakaikan magnesium sulfat bagian yang hancur maksimum 15%).

Table 10 Persyaratan Pengujian Agregat Halus

No	Pengujian	Acuan	Nilai	Satuan
1	Gradasi butir	SK SNI S-04-1989-F	1,5 - 3,8	%
2	Berat jenis dan penyerapan air	SNI 1970:2008	1,6 - 3,3 dan 0,2 - 2,00%	-
3	Kadar air	SNI 03-1971-1990	2,0 - 5,0	%
4	Berat volume	SNI 03-4808-1998	1,4 - 1,9	Kg/L
5	Kandungan lumpur	SK SNI S-04-1989-F	<5	%

1. Gradasi Butir dan Modulus Halus Butir

Modulus halus butir adalah suatu indeks yang dipakai untuk menjadi ukuran kehalusan atau kekasaran butir-butir agregat. Semakin besar nilai modulus halus menunjukkan bahwa makin besar butir-butir agregatnya. Modulus halus butir dapat dihitung menggunakan rumus:

$$MHB = \frac{\sum \%berat\ tertahan\ kumulatif}{\sum \%berat\ tertahan} \dots\dots\dots(9)$$

Keterangan:

MHB = Modulus Halus Butir

2. Berat Jenis dan Penyerapan Air

Berat jenis adalah perbandingan berat tersebut terhadap volume benda itu sendiri. Sedangkan penyerapan berarti tingkat atau kemampuan untuk menyerap air. Nilai yang disarankan untuk berat jenis agregat adalah lebih dari 2,50 dengan penyerapan kurang dari 3%.

Table 11 Klasifikasi Berat Jenis Agregat (Tjokrodimuljo, 2007)

Berat Jenis Agregat
Ringan (<2,0)
Normal (2,5-2,7)
Berat (>2,8)

Berat jenis agregat dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$BJ = \frac{Wb}{Wa} \dots\dots\dots(10)$$

Keterangan:

Bj = Berat jenis

Wb = Berat butir agregat (gram)

Wa = berat air dengan volume air yang sama dengan volume butir agregat.

3. Kadar Air

Kadar air agregat adalah perbandingan antara berat air yang tergantung dalam agregat dengan agregat dalam keadaan kering. Kadar air pada agregat harus diketahui karena akan berpengaruh pada jumlah air yang dibutuhkan saat pencampuran beton.

Kadar air agregat dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$Ka = \frac{W1-W2}{W2} \dots\dots\dots(11)$$

Keterangan:

Ka = Kadar Air

W1 = Berat basah agregat (gram)

W2 = Berat agregat setelah dikeringkan (gram)

4. Berat Volume

Berat volume agregat adalah rasio antara berat agregat dan isi/volume. Berat volume dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$Bv = \frac{W}{V_t} \dots\dots\dots(12)$$

Keterangan:

Bv = Berat Volume (kg/L)

Vt = Volume total bejana (L)

Vt = Vb+Vp

Vb = Volume pori tertutup butiran agregat dalam bejana (m³)

Vp = Volume pori terbuka antar butir-butir agregat dalam bejana (m³)

5. Kadar Lumpur

Lumpur adalah gumpalan atau lapisan yang menutupi permukaan agregat. Kandungan lumpur pada permukaan butiran agregat akan mempengaruhi kekuatan ikatan antara pasta semen dan agregat sehingga mengurangi kekuatan dan ketahanan beton. Kadar lumpur pada agregat

dapat diukur dengan menimbang berat agregat kering sebelum dicuci dan setelah dicuci bersih.

Table 12 Klasifikasi Kadar Lumpur pada Agregat (BSN, 1989)

Agregat Halus	Agregat Kasar
Bersih (0%-3%)	Bersih (<1%)
Sedang (3%-5%)	
Kotor (5%-7%)	

b. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah agregat yang mempunyai ukuran butiran lebih besar dari 4,75 mm atau tertahan saringan dengan diameter lubang 4,8 mm. Seiring dengan perkembangan teknologi, banyak dikembangkan material-material alternatif (smart material) dalam bidang konstruksi dengan berbagai tujuan penggunaan, salah satunya adalah untuk mengurangi berat beton. Sedangkan menurut SNI 1969:2008, agregat kasar adalah agregat yang mempunyai ukuran butir antara No.4 (4,75 mm) sampai 40 mm. Agregat kasar yang digunakan pada beton berupa kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan-batuan.

Table 13 Batas-batas gradasi agregat kasar (SNI 03-2834-1992)

Ukuran saringan	Persentase berat yang lolos saringan	Ukuran saringan	Persentase berat yang lolos saringan	Ukuran saringan
1	5 mm sampai 38 mm	SK SNI S-04-1989-F	5 mm sampai 38 mm	%

38,0 mm	90 - 100	38,0 mm	90 - 100	38,0 mm
19,0 mm	35 - 70	19,0 mm	35 - 70	19,0 mm
9,6 mm	10 - 40	9,6 mm	10 - 40	9,6 mm
4,8 mm	0 - 5	4,8 mm	0 - 5	4,8 mm

Table 14 Persyaratan kekerasan agregat kasar (SNI 03-2834-1992)

Kekuatan Beton	Maksimum bagian yang hancur dengan Mesin Los Angeles, Lolos Ayakan 1,7 mm (%)
Kelas I (sampai 10 MPa)	50
Kelas II (10MPa - 20MPa)	40
Kelas III (di atas 20 MPa)	27

Berkaitan dengan pekerjaan konstruksi beton bertulang, ukuran maksimum nominal agregat kasar harus tidak melebihi:

- $\frac{1}{5}$ jarak terkecil antara sisi-sisi cetakan, atau
- $\frac{1}{3}$ ketebalan pelat lantai, atau
- $\frac{3}{4}$ jarak bersih minimum antara tulangan-tulangan atau kawat-kawat, bundel tulangan, atau tendon-tendon pra-tekan.

Table 15 Persyaratan pengujian agregat kasar

No	Pengujian	Acuan	Nilai	Satuan
1	Gradasi butir	SK SNI S-04-1989-F	6 - 7,10	%
2	Berat jenis dan penyerapan air	SNI 1970:2008	1,6 - 3,3 dan 0,2%-4,00%	-
3	Kadar air	SNI 03-1971-1190	0,5 - 2,0	%
4	Berat volume	SNI 03-4804-1998	1,6 - 1,9	kg/L

5	Kandungan lumpur	SK SNI S-04-1989-F	Maksimum 1%	%
---	------------------	--------------------	-------------	---

C. Pecahan Terumbu Karang

Terumbu karang adalah ekosistem bawah laut yang terdiri dari sekelompok binatang karang yang membentuk struktur kalsium karbonat, semacam batu kapur. Terumbu karang umumnya berupa batu kapur sehingga agregat yang berasal dari batuan ini memiliki kandungan kimia berupa CaCO_3 yang paling besar sehingga masuk dalam kelompok batuan kapur (Yamin, 2011).

Dengan kata lain, terumbu karang adalah sekumpulan hewan karang yang bersimbiosis dengan sejenis tumbuhan alga yang disebut dengan zooxanthellae. Terumbu karang termasuk dalam jenis filum Cnidaria kelas Anthozoa yang memiliki tentakel. Kelas Anthozoa tersebut terdiri dari dua subkelas yakni Hexacorallia “atau Zoantharia” dan Octocorallia, yang keduanya dibedakan secara asal-usul, Morfologi dan Fisiologi. Terumbu karang jahe sendiri termasuk dalam genus *Acropora*.

Terumbu karang merupakan salah satu komponen utama sumber daya pesisir dan laut, disamping hutan mangrove dan padang lamun. Terumbu karang sendiri merupakan salah satu kekayaan alam Indonesia yang berharga.

Diperkirakan luas terumbu karang yang terdapat di perairan Indonesia adalah lebih dari 60.000 km², yang tersebar luas dari perairan Kawasan Barat Indonesia sampai Kawasan Timur Indonesia.

Namun, banyaknya kerusakan pada terumbu karang di Indonesia menjadi salah satu penyebab pencemaran pada pantai. Pecahan terumbu karang yang rusak biasa terdampar di pinggir pantai dan dapat melukai penghuni pantai.



Gambar 16 Pecahan Terumbu Karang yang Terdampar di Pantai Tlawas, Lombok

(Sumber: Lombokkita)



Gambar 17 Terumbu Karang Memutih Di Bulukumba

(Sumber: Liputan6.com)

Pecahan terumbu karang yang akan digunakan merupakan pecahan terumbu karang dari pantai dengan pasir putih. Indonesia memiliki banyak wilayah pantai dengan warna pasir yang bervariasi. Pantai pasir putih dan

pasir hitam memiliki kandungan mineral yang berbeda. Faktor lingkungan pantai dapat mempengaruhi pecahan terumbu karang yang terdampar.



Gambar 18 Pecahan Terumbu Karang yang Sudah Dibersihkan

(Sumber: Inkuiri.com)

a. Jenis-jenis Terumbu Karang di Indonesia

Berdasarkan tipenya terumbu karang terbagi menjadi dua yaitu, lunak dan keras.

- Lunak: jenis terumbu karang ini adalah terumbu karang yang tumbuh di sepanjang pantai.
- Keras: jenis terumbu ini adalah terumbu karang yang membentuk batuan kapur di dalam laut.

Sedangkan berdasarkan letaknya, terumbu karang terbagi menjadi 4, yaitu:

- Terumbu Karang Tepi: terumbu ini paling banyak ditemukan pada pesisir pantai. Terumbu ini bisa hidup hingga kedalaman 40 m.

Terumbu ini banyak ditemukan di Bunaken, Pulau Panaitan, dan Nusa Dua Bali.

- Terumbu Karang Penghalang: terumbu ini hampir sama dengan terumbu karang tepi, namun terumbu ini letaknya jauh dari area pesisir. Terumbu ini dapat tumbuh hingga kedalaman 75 m. Terumbu ini banyak ditemukan di Kepulauan Riau, Sulawesi Selatan, Kepulauan Banggai Sulawesi Tenggara.
- Terumbu Karang Cincin: terumbu karang ini berbentuk seperti cincin. Terumbu ini banyak ditemukan di sekitar samudra atlantik.
- Terumbu Karang Datar: terumbu ini adalah terumbu karang yang membentuk pulau- pulau. Terumbu karang ini, tumbuh dari dasar laut menuju permukaan laut. Terumbu karang ini banyak ditemukan di Kepulauan Seribu dan Kepulauan Ujung Batu Aceh.

Indonesia memiliki ratusan spesies terumbu karang, beberapa diantara yang paling sering didapati, yaitu:

- *Acropora Cervicornis (Staghorn coral)*
 - Terumbu karang ini hidup pada kedalaman 3-15 m dibawah permukaan laut.
 - Terumbu karang ini berbentuk seperti semak dan berbentuk melebar.



Gambar 19 Terumbu Karang *Acropora Cervicornis*

(Sumber: Ilmugeografi)

- *Acropoda Microphalma*
 - Terumbu karang ini hidup pada kedalaman 3-15 m dibawah permukaan laut.
 - Berbentuk bantalan dengan cabang yang pendek dan gemuk serta dengan ukuran yang relatif sama.



Gambar 20 Terumbu Karang *Acropora Microphalma*

(Sumber: Wikipedia)

- *Acropora Grandis*
 - Terumbu ini hidup pada kedalaman 3-15 m dibawah permukaan laut.
 - Semakin dalam lokasi terumbu ini maka cabangnya akan semakin panjang dan terbuka. Sebaliknya semakin dangkal, maka cabangnya akan semakin pendek.



Gambar 21 Terumbu *Acropora Grandis*

(Sumber: Ilmugeografi)

- b. Perbandingan Senyawa Kimia Pada Terumbu Karang, Semen, dan Pasir
- Senyawa Kimia Pada Terumbu Karang

Table 16 Komposisi Senyawa Kimia Terumbu Karang (Hendra dan Sina, 2003)

No.	Parameter	Jumlah (%)
1	SiO ₂	2,37
2	MgO ₂	24,80
3	Fe ₂ O ₃	0,24
4	Na ₂ O	1,27

5	CaCO ₃	73,76
---	-------------------	-------

Kandungan CaCO₃ pada terumbu karang sangat besar, maka batu karang digolongkan sebagai batu kapur (limestone). CaCO₃ merupakan salah satu bahan penting dalam proses pembuatan semen (Mulyono, 2003). Sehingga, pecahan terumbu karang dapat dimanfaatkan juga sebagai pengganti semen. Hal ini dikarenakan CaCO₃ pada terumbu karang mengalami reaksi hidrolisis.

- Kandungan Senyawa pada Semen

Table 17 Senyawa kimia dari semen Portland (Kardiyono, 2002)

No.	Oksida	Berat (%)
1	Kalsium Oksida (CaO)	60 - 65
2	Silika (SiO ₂)	17 - 25
3	Alumina (Al ₂ O ₃)	3 - 8
4	Besi (Fe ₂ O ₃)	0,5 - 6,0
5	Magnesia (MgO)	0,5 - 4
6	Soda (K ₂ O + Na ₂ O)	0,5 - 1
7	Sulfur (SO ₃)	1 - 2

Keempat oksida utama tersebut diatas didalam semen berupa senyawa C₃S, C₂S, C₃A dan C₄AF, dengan mempunyai perbandingan tertentu pada setiap produk semen, tergantung pada komposisi bahan bakunya.

- Pasir

Pasir adalah salah satu mineral butiran keras. Butiran pasir umumnya berukuran antara 0,0625 sampai 2 mm. Material pembentuk

pasir adalah silikon dioksida, namun di beberapa pantai tropis dan subtropis pasir umumnya terbentuk dari batu kapur (CaCO_3). Senyawa batu kapur yang terdapat pada pecahan terumbu karang sangat dominan <70% sehingga dapat dikatakan bahwa pecahan terumbu karang digolongkan sebagai batuan kapur.

Pasir juga merupakan salah satu bahan bangunan yang banyak dipergunakan dari struktur paling bawah hingga paling atas dalam bangunan. Baik sebagai pasir uruk, adukan hingga campuran beton.

Pasir beton adalah pasir yang bagus untuk bangunan dan harganya lumayan mahal, anda bisa lihat didaftar harga pasir. Pasir beton biasanya berwarna hitam dan butirannya cukup halus, tetapi apabila dikepal dengan tangan tidak menggumpal dan akan puyar kembali.

c. Pemanfaatan Pecahan Terumbu Karang

Laporan Status of Coral Reefs of the World: 2004 memperkirakan sekitar 20% terumbu karang dunia telah hancur total dan tidak memperlihatkan peluang pemulihan dalam waktu dekat, 24% terumbu karang dunia berada sangat dekat dengan resiko kehancuran karena tekanan manusia, dan sebanyak 26% terancam dalam jangka panjang.

Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) mengonfirmasi tentang kerusakan terumbu karang di perairan Indonesia selama ini. Selain karena faktor perubahan iklim, kerusakan terumbu karang terjadi karena di Indonesia berlangsung aktivitas penangkapan ikan dengan cara merusak

(destruktif). Perilaku tersebut, mengakibatkan terumbu karang mengalami kerusakan dengan sangat cepat.

Oleh karena itu, perlu segera dilakukan restorasi atau pemanfaatan pecahan terumbu karang. Restorasi ekologi adalah proses untuk membantu pemulihan suatu ekosistem yang telah menurun, rusak, atau hancur. Tujuan utama restorasi adalah untuk peningkatan kualitas terumbu yang terdegradasi dalam hal struktur dan fungsi ekosistem.

Terumbu karang yang digunakan pada penelitian ini menggunakan pecahan terumbu karang yang dikumpulkan oleh para nelayan atau penimbun. Di Indonesia, terumbu karang sendiri merupakan salah satu ekosistem laut yang dilindungi oleh hukum. Pemanfaatan pecahan terumbu karang sendiri dapat mengurangi pencemaran pada pantai atau laut dan dapat melindungi pengunjung pantai.

d. Pengaruh Kadar Garam Terhadap Beton

Pengaruh kimia air laut terhadap beton terutama disebabkan oleh serangan Magnesium Sulfat ($MgSO_4$), yang diperburuk dengan adanya kandungan Clorida didalamnya, reaksinya akan menghambat perkembangan beton. Pada umumnya, bagian dari serangan-serangan sulfat oleh air laut yang mengakibatkan beton tampak menjadi keputih-putihan; selain itu beton akan lebih mengembang, sebelum beton mengembang akan didahului dengan terjadinya *spalling* dan keretakan. Akhirnya beton yang terserang oleh sulfat akan menjadi lunak dan

membentuk lapisan seperti lumpur. Hal ini dapat mengakibatkan penurunan pada kuat tekan beton.



Keterangan: K = KO, dan M = MgO.

Air laut umumnya mengandung 3,5% larutan garam (78% adalah sodium klorida dan 15% adalah magnesium klorida). Garam-garam dalam air laut ini akan mengurangi kualitas beton hingga 20% (Mulyono, 2005). Nilai kadar garam yang terkandung pada pecahan terumbu karang bervariasi.

Pecahan terumbu karang yang ditemukan pada lingkungan pantai memiliki kadar garam yang lebih rendah dibandingkan pecahan terumbu karang yang masih terendam air laut. Pecahan terumbu karang yang akan digunakan harus dibersihkan dengan cara dicuci, direndam, dan dikeringkan untuk mengurangi kadar garamnya.

D. Penelitian Terkait

Table 18 Penelitian Terkait

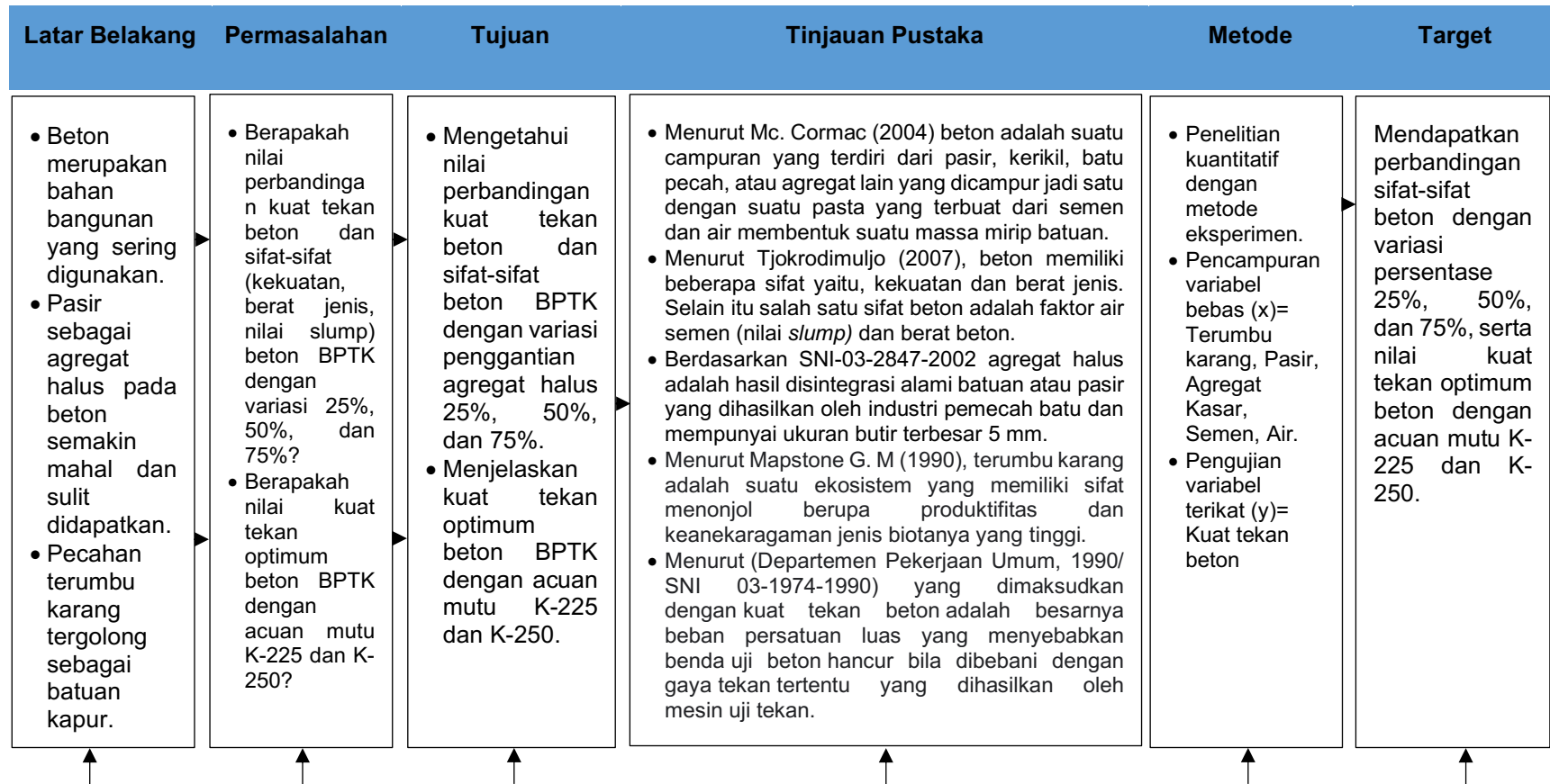
No	Judul Penelitian	Nama	Tahun	Metode Penelitian	Metode Analisis	Simpulan
1	Pengaruh Pemanfaatan Pecahan Terumbu Karang Sebagai Pengganti Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton	Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik UNIB	2016	Metode Kuantitatif (Eksperimen)	Peneliti mengamati pengaruh persentase penggantian pecahan terumbu karang sebagai agregat halus pada beton terhadap kuat tekan beton, dengan metode perawatan beton <i>wet curing</i> dan benda uji kubus 15 x 15 x 15.	Penggantian limbah pecahan terumbu karang sebagai pengganti agregat halus mampu meningkatkan kuat tekan beton umur 28 hari hingga variasi 75%. Namun terjadi penurunan nilai kuat tekan pada variasi 100%.
2	Pengaruh Pemanfaatan Abu	Nuszhi Ramahayati, Fakultas	2017	Metode kuantitatif (Eksperimen)	Peneliti menguji kuat tekan beton dengan persentase	Melalui penelitian ini didapat bahwa persentase penggantian optimal

	Pecahan Terumbu Karang dan Abu Sekam Padi sebagai Pengganti Semen Terhadap Kuat Tekan Beton	Teknik Universitas Bengkulu			penggantian material abu pecahan terumbu karang dan abu sekam pagi 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% sebagai pengganti semen.	adalah 7,5%. Terjadi penurunan hasil kuat tekan beton variasi 10% terhadap beton normal sebesar 0,23%.
3	IbM Pemanfaatan Batu Karang Sebagai Bahan Baku Pembuatan Paving Block	Mekar Ria Pangaribuan, Popi Puspita, Universitas Ratu Samban Bengkulu	2016	Metode kuantitatif	Peneliti membandingkan tingkat produksi, menguji sifat-sifat, dan kuat tekan paving block berbahan terumbu karang.	Penggunaan terumbu karang pada paving block meningkatkan jumlah produksi karena lebih mudah untuk dibuat. Selain itu, penggunaan terumbu karang membuat paving block lebih berpori sehingga akan mempermudah perembesan air.
4	Pengaruh Air Laut Terhadap Kekuatan Tekan Beton yang Terbuat Dari Berbagai Merk Semen yang Ada Di Kota Malang	Sonny Wedhanto	2017	Metode kuantitatif	Dalam penelitian ini peneliti tidak menggunakan hipotesis. Peneliti menggunakan 3 tipe semen yang berbeda untuk menguji kuat tekan beton yang	Kekuatan beton mengalami peningkatan yang cepat pada 7 hari pertama setelah direndam, namun apabila beton direndam dalam air laut terlalu lama, maka kekuatan beton akan menurun. Hal ini disebabkan karena pada saat

					telah terendam di air laut selama 28 hari. Peninjauan terhadap beton dilakukan selama 3 kali (hari ke-7, hari ke-14, dan hari ke-28).	beton direndam setelah di cor, beton mengalami serangan sulfat.
--	--	--	--	--	---	---

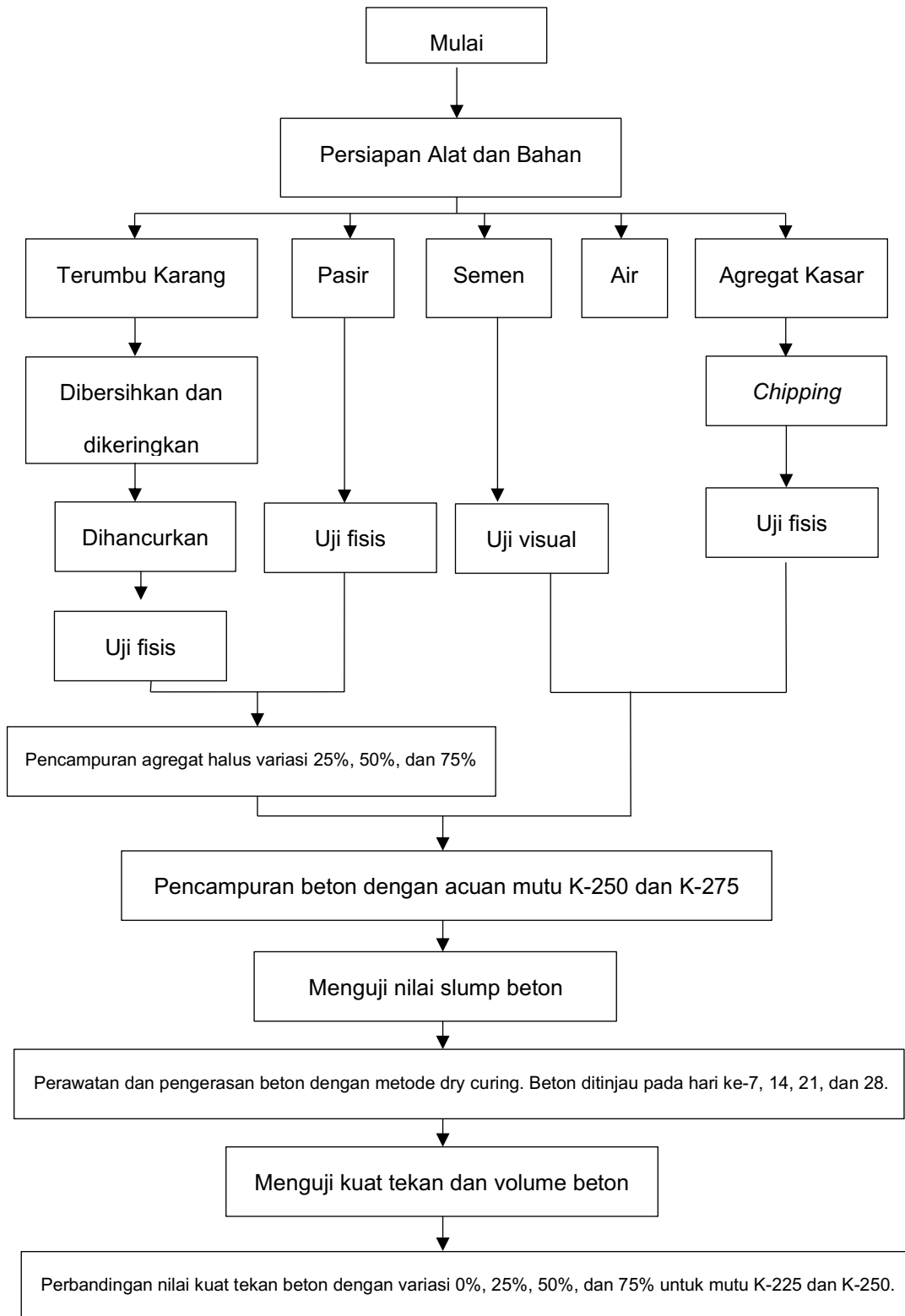
E. Alur Penelitian

a. Alur Pikir Penelitian



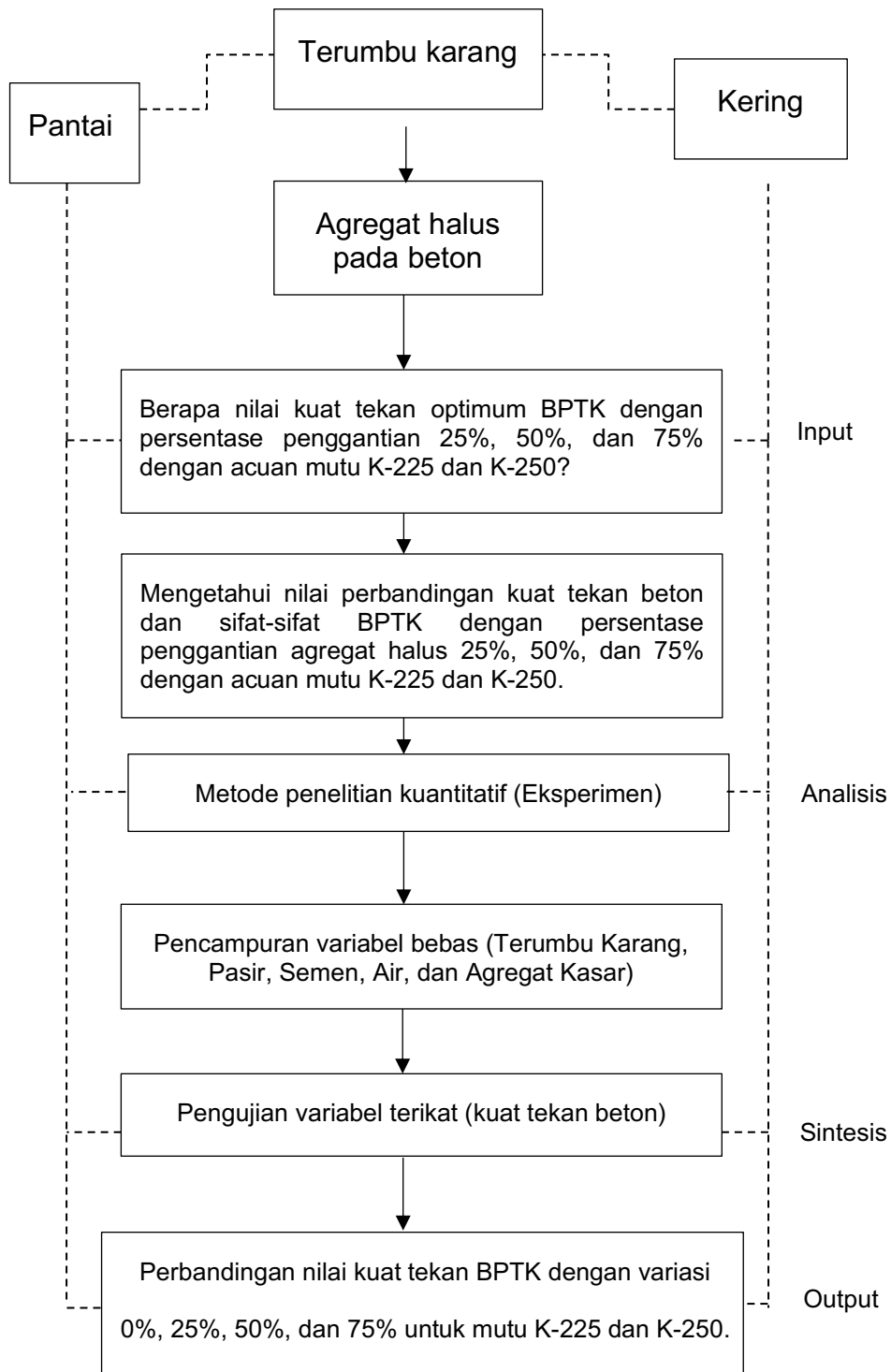
Gambar 22 Bagan Alur Pikir Penelitian

b. Alur Penelitian



Gambar 23 Bagan Alur Penelitian

F. Kerangka Pikir Penelitian



Gambar 24 Kerangka Pikir Penelitian