

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KUAT TEKAN BETON YANG MENGGUNAKAN KULIT
KERANG SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR DAN BAHAN TAMBAH
SUPERPLASTICIZER**

Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Mencapai
Gelar Sarjana Teknik



DISUSUN OLEH :

WIRAWAN KUSUMA UMAR

45 13 041 011

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA
2020**



LEMBAR PENGESAHAN

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Nomor : A.208/FT/UNIBOS/III/2020 tertanggal 9 Maret 2020, perihal Pengangkatan Panitia dan Tim Penguji Tugas Akhir, maka pada :

Hari / Tanggal : Rabu / 11 Maret 2020
Nama : **Wirawan Kusuma Umar**
NIM : **45 13 041 011**
Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : **Analisis Kuat Tekan Beton Yang Menggunakan Kulit Kerang Sebagai Subtitusi Pasir dan Bahan Tambah Superplasticizer**

Telah diterima dan disahkan oleh Panitia Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Bosowa setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Ujian Sarjana Strata Satu (S-1) untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa.

Tim Penguji Tugas Akhir

Ketua / Ex. Officio : **Ir. H. Syahrul Sariman, M.T.** (.....)
Sekretaris / Ex. Officio : **Dr. Hijriah, S.T., M.T.** (.....)
Anggota : **Eka Yuniarto, S.T., M.T.** (.....)
Dr. Ir. Natsir Abduh, M.Si. (.....)

Makassar, 11 Maret 2020

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Bosowa

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Bosowa
Dr. Ridwan, S.T., M.Si.
NIDN : 09 240676 01

Nurhadijah Yuniarti, S.T., M.T.
NIDN : 09 050873 04



LEMBAR PENGAJUAN UJIAN TUTUP

Tugas Akhir :

**"ANALISIS KUAT TEKAN BETON YANG MENGGUNAKAN KULIT KERANG
SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR DAN BAHAN TAMBAH SUPERPLASTICIZER"**

Disusun dan diajukan oleh :

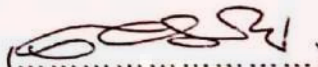
Nama : Wirawan Kusuma Umar

NIM : 45 13 041 011

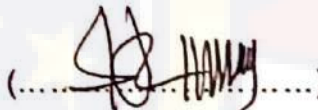
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi
Sarjana Teknik Sipil / Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa.

Telah Disetujui oleh Komisi Pembimbing

Pembimbing I : Ir. H. Syahrul Sariman, MT.

(.....)

Pembimbing II : Dr. Hijriah, ST, MT.

(.....)

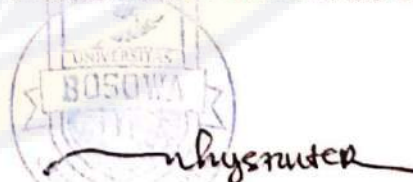
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Bosowa


.....

Dr. Ridwan, ST, M.Si.
NIDN : 09 240676 01

Ketua Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Bosowa


.....

Nurhadijah Yunianti, ST, MT.
NIDN : 09 050873 04

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN DAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **WIRAWAN KUSUMA UMAR**
NIM : **45 13 041 011**
Fakultas / Jurusan : **TEKNIK / TEKNIK SIPIL**
Judul Tugas Akhir : **ANALISIS KUAT TEKAN BETON YANG
MENGUNAKAN KULIT KERANG
SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR DAN
BAHAN TAMBAH SUPERPLASTICIZER**

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa :

1. Tugas akhir yang saya tulis ini merupakan hasil karya saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya tidak keberatan apabila Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa menyimpan, mengalih mediakan / mengalih formatkan, mengelola dalam bentuk data base, mendistribusikan dan menampilkanya untuk kepentingan akademik.
3. Bersedia dan menjamin untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa dari semua bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam tugas akhir ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Makassar, Maret 2020

Yang Menyatakan



WIRAWAN KUSUMA UMAR

PRAKATA

Puji dan syukur dipersembahkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan berkah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Analisis Kuat Tekan Beton yang Menggunakan Kulit Kerang Sebagai Substitusi Pasir dan Bahan Tambahan Superplasticizer”** yang merupakan salah satu syarat diajukan untuk menyelesaikan studi S1 pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa banyak kendala yang dihadapi dalam penyusunan tugas akhir ini, namun berkat bantuan dari berbagai pihak, maka tugas akhir ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, dengan segala ketulusan dan kerendahan hati, ucapan terima kasih, penghormatan serta penghargaan yang setinggi-tingginya penulis ucapkan pada semua pihak yang telah membantu, yaitu kepada :

1. Ayah, Ibu dan kakak tercinta atas segala kasih sayang, cinta dan segala dukungan yang selama ini diberikan, baik spritual maupun materil.
2. Bapak Dr. Ridwan, ST., M.Si. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa.
3. Ibu Nurhadijah Yunianti, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa.

4. Bapak Ir. H. Syahrul Sariman, MT. selaku dosen pembimbing I, atas segala kesabaran dan waktu yang telah diluangkan senantiasa selalu memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis.
5. Ibu Dr. Hijriah, ST., MT. selaku dosen pembimbing II, atas segala keikhlasannya untuk selaku memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga selesainya penulisan tugas akhir ini.
6. Bapak Dr. Ir. Natsir Abduh., M.Si. selaku penasehat akademik, yang senantiasa menerima dan memberi solusi kepada penulis dalam berbagai kendala selama ini.
7. Seluruh dosen, asisten laboratorium dan asisten tugas besar serta staf Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa atas segala arahan dan bantuannya.
8. Dzaki Aulia, SH., M.Kn. yang memberikan dukungan dan semangat serta senantiasa mendampingi dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Rekan-rekan Lembaga Se-Fakultas Teknik Universitas Bosowa, terkhusus yang bermukim di Bengkel Seni Teknik (BESTEK) serta kader-kader Himpunan Mahasiswa Islam (HMI), atas dukungannya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Alam, Dwi, Fahmi, Ipa, Multazam, Naya, Rafli, Wawan, Widya, Yoko serta seluruh saudara dan saudari ku (SIAP 2013 ; Sipil, Industri, Arsitektur, Planologi), Arsitektur 2014 dan Teknik 2015 serta seluruh penghuni studio RT yang senantiasa memberikan dukungan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa setiap karya buatan manusia tidak pernah luput dari kesalahan dan kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan kepada pembaca kiranya dapat memberi sumbangan pemikiran demi kesempurnaan dan pembaharuan tugas akhir ini.

Akhirnya semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan karunia-Nya kepada kita dan semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat, khususnya dalam bidang ketekniksipilan.

Makassar, Maret 2020

Penulis

ABSTRAK

Kerang merupakan nama sekumpulan *moluska dwicangkerang* daripada *famili cardiidae* yang merupakan salah satu komoditi perikanan yang telah lama dibudidayakan sebagai salah satu usaha sampingan masyarakat pesisir. Superplasticizer merupakan bahan tambah (*admixture*). *Admixture* adalah bahan selain semen, agregat dan air yang ditambahkan pada campuran beton, sebelum atau selama pengadukan beton untuk mengubah sifat beton sesuai dengan keinginan perencana. Dalam penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan limbah kulit kerang yang digunakan sebesar 8%, 10%, 12% serta bahan tambah *superplasticizer* sebesar 1%. Hasil penelitian menunjukkan nilai kuat tekan terbesar dari 3 macam variasi sebesar 29.44 MPa dengan kuat tekan rata-rata 25,4 MPa.

Kata kunci : beton, kulit kerang, superlasticizer

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan	ii
Lembar Pengajuan	iii
Pernyataan Keaslian Tugas Akhir	iv
Prakata	v
Abstrak	vi
Daftar Isi	vii
Daftar Notasi	viii
Daftar Gambar	ix
Daftar Tabel	x
Daftar Lampiran	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-5
1.3 Tujuan dan Manfaat	I-5
1.4 Pokok Bahasan dan Batasan Masalah	I-6
1.4.1 Pokok Bahasan	I-6
1.4.2 Batasan Masalah	I-6
1.5 Sistematika Penulisan	I-6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tinjauan Umum	II-1
2.2 Karakteristik Beton	II-1

2.2.1	Pengertian Beton	II-1
2.2.2	Beton Segar	II-6
2.2.3	Umur Beton	II-8
2.2.4	Kekuatan Tekan Beton	II-8
2.2.5	Faktor Air Semen	II-11
2.3	Material Penyusun Beton	II-12
2.3.1	Semen Portland	II-12
2.3.2	Agregat	II-16
2.3.3	Air	II-19
2.3.4	Kulit Kerang	II-20
2.3.5	<i>Superplasticizer</i>	II-22
2.4	Alat dan Bahan	II-26
2.4.1	Bahan	II-26
2.4.2	Peralatan	II-26
2.5	Prosedur Pengujian dan Pembuatan Beton	II-28
2.5.1	Pengujian Material	II-28
2.5.2	Perancangan Campuran Beton	II-33
2.6	Penelitian Terdahulu	II-38
BAB III METODE PENELITIAN		
3.1	Diagram Alir Penelitian	III-1
3.2	Waktu dan Lokasi Penelitian	III-2
3.3	Uraian Pengujian.....	III-2
3.4	Variabel Penelitian	III-3

3.5 Notasi dan Jumlah Sampel	III-3
3.6 Metode Pengujian.....	III-4
3.7 Metode Analisis	III-5
3.7.1 Pengaruh Substitusi Kulit Kerang	III-5
3.7.2 Pengaruh Penambahan <i>Superplasticizer</i>	III-6
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Pengujian	IV-1
4.1.1 Hasil Pengujian Karakteristik Agregat	IV-1
4.1.2 <i>Mix Desain</i>	IV-3
4.1.3 <i>Workability</i>	IV-4
4.1.4 Hasil Pengujian Beton Normal	IV-5
4.1.5 Beton Variasi	IV-7
4.1.6 Hasil Pengujian Beton Variasi	IV-8
4.2 Pembahasan	IV-9
4.2.1 Pengaruh Substitusi Kulit Kerang	IV-9
4.2.2 Pegaruh Penambahan <i>Superplasticizer</i>	IV-10
4.2.3 Pengaruh Substitusi Kulit Kerang Terhadap Agregat Halus Dengan Penambahan <i>Superplasticizer</i>	IV-11
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	V-1
5.2 Saran	V-1
Daftar Pustaka	xii
Lampiran	xiii

DAFTAR NOTASI

ASTM	: Acuan standar internasional dari Amerika Serikat
BN	: Beton Normal
BP	: Batu Pecah
f_c	: Kuat tekan beton yang disyaratkan dengan benda uji silinder
f_{cr}	: Kuat tekan beton rata-rata yang disyaratkan
K 125, K 175, K 225	: Kuat tekan karakteristik beton 125 Kg/cm ² , 175 Kg/cm ² 225 Kg/cm ² dengan benda uji kubus berisi 15 cm
KK	: Kulit Kerang
MPa	: Satuan kuat tekan beton
P	: Pasir
PBI, 1971	: Peraturan Beton Indonesia keluaran tahun 1971
PCC	: Jenis Semen komposit tipe 1
PG	: Pecahan Genteng
S	: Semen
SNI	: Acuan peraturan Standar Nasional Indonesia
SP	: <i>Superplasticizer</i>
σ'_{bk}	: Kuat tekan karakteristik
σ'_{bm}	: Kuat tekan rata-rata

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Semen Portland Composite (PCC) Type 1	II-15
Gambar 2.2	Pasir Sungai	II-18
Gambar 2.3	Batu Pecah	II-19
Gambar 2.4	Kulit Kerang	II-22
Gambar 2.5	<i>Superplasticizer</i>	II-24
Gambar 2.6	Grafik Hubungan Antara Kuat Tekan dan Faktor Air Semen	II-34
Gambar 2.7	Grafik Perkiraan Berat Isi Beton Basah	II-37
Gambar 4.1	Grafik Pengaruh Beton Normal Terhadap Substitusi Kulit Kerang	IV-9
Gambar 4.2	Grafik Pengaruh Beton Normal Terhadap Penambahan <i>Superplasticizer</i>	IV-10
Gambar 4.3	Grafik Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal, Beton Variasi Dengan dan Tanpa Penambahan <i>Superplasticizer</i>	IV-11

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kelas dan Mutu Beton	II-4
Tabel 2.2	Hubungan Antara Kuat Tekan Silinder dan Kuat Tekan Kubus, A.M Neville	II-10
Tabel 2.3	Hubungan Antara Kuat Tekan Silinder dan Kuat Tekan Kubus, ISO Standard	II-10
Tabel 2.4	Korelasi Kuat Tekan Benda Uji	II-10
Tabel 2.5	Koreksi Perbandingan Tinggi Terhadap Diameter Untuk Benda Uji Silinder	II-11
Tabel 2.6	Spesifikasi Semen Portland Komposit (PCC)	II-16
Tabel 2.7	Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan Faktor Air Semen Maksimum Untuk Berbagai Macam Pembetonan Dalam Lingkungan Khusus	II-35
Tabel 2.8	Batas-Batas Susunan Besaran Butir Agregat Kasar	II-35
Tabel 2.9	Perkiraan Kadar Air Bebas (Kg/m^3) Yang Dibutuhkan Untuk Beberapa Tingkat Kemudahan Pengerjaan Adukan Beton	II-36
Tabel 3.1	Variasi Benda Uji	III-3
Tabel 3.2	Jenis Pengujian, Spesifikasi dan SNI yang Digunakan Pada Agregat Kasar	III-4
Tabel 3.3	Jenis Pengujian, Spesifikasi dan SNI yang Digunakan Pada Agregat Halus.....	III-4
Tabel 4.1	Rekapitulasi Hasil Pengujian Analisa Saringan	IV-1

Tabel 4.2	Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Kasar	IV-2
Tabel 4.3	Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Halus	IV-2
Tabel 4.4	Data <i>Mix Design</i>	IV-3
Tabel 4.5	Pencampuran Beton Segar	IV-3
Tabel 4.6	Nilai Slump	IV-4
Tabel 4.7	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal	IV-5
Tabel 4.8	Perhitungan Berat Tiap Variasi	IV-7
Tabel 4.9	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi	IV-8

UNIVERSITAS

BOSOWA

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Hasil Pengujian Karakteristik Agregat	Lamp-1
Lampiran 1.1	Analisa Saringan Agregat Kasar	Lamp-1.1
Lampiran 1.2	Analisa Saringan Agregat Halus	Lamp-1.2
Lampiran 1.3	Berat Jenis Agregat Kasar	Lamp-1.3
Lampiran 1.4	Berat Jenis Agregat Halus	Lamp-1.4
Lampiran 1.5	Berat Isi Agregat Kasar	Lamp-1.5
Lampiran 1.6	Berat Isi Agregat Halus	Lamp-1.6
Lampiran 1.7	Kadar Air Agregat Kasar	Lamp-1.7
Lampiran 1.8	Kadar Air Agregat Halus	Lamp-1.8
Lampiran 1.9	Kadar Lumpur Agregat Kasar	Lamp-1.9
Lampiran 1.10	Kadar Lumpur Agregat Halus	Lamp-1.10
Lampiran 1.11	Rekapitulasi	Lamp-1.11
Lampiran 1.12	Kombinasi Agregat	Lamp-1.12
Lampiran 2	<i>Mix Design</i>	Lamp-2
Lampiran 3	Hasil Pengujian Kuat Tekan	Lamp-3
Lampiran 3.1	Kuat Tekan Beton Normal	Lamp-3.1
Lampiran 3.2	Kuat Tekan Beton Variasi	Lamp-3.2
Lampiran 4	Dokumentasi Penelitian.....	Lamp-4

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jumlah kebutuhan akan bangunan meningkat dari waktu ke waktu. Ini mengakibatkan kebutuhan akan beton meningkat. Beton umumnya tersusun dari empat bahan penyusun utama yaitu semen, pasir, agregat, dan air. Beton adalah material utama yang digunakan dalam pembuatan bangunan. Beton banyak digunakan karena keunggulan-keunggulannya antara lain karena beton dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi, mampu memikul beban yang berat, tahan terhadap temperatur yang tinggi, dan biaya pemeliharaan yang kecil atau mudah dalam perawatan. Dalam keadaan yang mengeras, beton bagaikan batu karang dengan kekuatan tinggi. Beton juga akan memberikan hasil akhir yang bagus jika pengolahan akhir dilakukan dengan cara khusus seumpamanya diekspose agregatnya (agregat yang mempunyai bentuk yang bertekstur seni tinggi diletakkan dibagian luar, sehingga nampak jelas pada permukaan betonnya). Selain tahan terhadap serangan api seperti yang telah disebutkan diatas, beton juga tahan terhadap serangan korosi. (Mulyono, 2005)

Kekuatan tekan beton dapat dicapai sampai 14000 psi atau lebih, bergantung pada jenis campuran, sifat-sifat agregat, serta lama dan kualitas perawatan. Kekuatan beton yang paling umum digunakan adalah sekitar 3000 sampai 6000 psi, dan beton komersial dengan agregat biasa

kuatannya sekitar 300 sampai 10000 psi dengan ukuran 6 X 12 inci (Nawy,1990). Untuk nilai kekuatan tarik pada beton hanya berkisar 9% - 15% saja dari kekuatan tekannya (Suparjo,2003).

Beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat (SNI 03-2847-2002). Dalam pembuatan beton semen digunakan hanya sekitar 12%-18%.

Bahan-bahan limbah disekitar lingkungan dapat dijadikan sebagai bahan tambahan dalam campuran beton. Hal tersebut dapat memberikan alternatif untuk memanfaatkan limbah-limbah yang tidak termanfaatkan, seperti kulit kerang. Dengan optimalisasi pemanfaatan limbah kulit kerang ini diharapkan akan mengurangi limbah yang mencemari lingkungan dan memberikan nilai tambah tersendiri. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa limbah makanan laut seperti kulit kerang dapat dijadikan sebagai bahan penyusun dalam campuran beton (Syafpoetri, 2013).

Kerang laut (*Anadara grandis*) merupakan salah satu kerang yang banyak terdapat diperairan Indonesia dan banyak dikonsumsi oleh masyarakat karena kandungan protein yang tinggi. Akan tetapi, kulit kerang merupakan bagian dari kerang yang tidak bisa dikonsumsi, sehingga hanya dibiarkan menumpuk menjadi limbah rumah tangga

Kulit kerang merupakan nama sekumpulan moluska *dwicangkerang* daripada *family cardiidae*. Kulit kerang berbentuk seperti hati, bersimetri

dan mempunyai tetulang di luar. Kekerasan kulit kerang tidak bergantung dari usia kerang tersebut, artinya kerang yang masih muda maupun yang sudah tua mempunyai kekerasan yang sama. Dari hasil pola difraksi sinar – X diketahui bahwa kulit kerang pada suhu di bawah 500°C tersusun atas kalsium karbonat (CaCO_3) pada *phase aragonite* dengan struktur kristal *orthorombik*. Sedang pada suhu di atas 500°C berubah menjadi *phase calcite* dengan struktur kristal *hexagonal*. Serbuk kulit kerang merupakan serbuk yang dihasilkan dari pembakaran kulit kerang yang dihaluskan, serbuk ini dapat digunakan sebagai bahan campuran atau tambahan pada pembuatan beton. Penambahan serbuk kulit kerang yang homogen akan menjadikan campuran beton yang lebih reaktif. Serbuk kulit kerang mengandung senyawa kimia yang bersifat *pozzolan*, yaitu mengandung zat kapur (CaO), *alumina* dan senyawa silika sehingga berpotensi untuk digunakan sebagai bahan baku beton alternatif (Siregar, 2009).

Superplasticizer adalah bahan tambah beton yang ditambahkan pada saat pengadukan beton dengan tujuan untuk menambah mutu beton dan atau untuk membuat beton lebih ekonomis. Secara sederhana, *Superplasticizer* berfungsi membuat adukan lebih encer dengan air yang sedikit. *Superplasticizer* tersusun atas asam sulfonat yang berfungsi menghilangkan gaya permukaan pada partikel semen sehingga lebih menyebar, melepaskan air yang terikat pada kelompok partikel semen, untuk menghasilkan viskositas/kekentalan adukan pasta semen atau beton segar yang lebih rendah. Efek *superplasticizer* pada beton segar

yang dimanfaatkan adalah kemampuannya untuk meningkatkan slump dan *workability* (slump hingga 23 cm), mengurangi pemakaian air, dan mengurangi pemakaian semen.

Adapun efek negatif dari penggunaan *superplasticizer* adalah kehilangan slump yang relatif cepat, sehingga walaupun *workability* meningkat cukup besar, waktu pengerjaannya menjadi lebih singkat. Dalam waktu sekitar satu jam setelah penambahan *superplasticizer*, *workability*-nya akan relatif hilang karena slump *loss* (kehilangan slump) yang sangat cepat. Slump *loss* atau kehilangan slump berbeda dengan *setting* beton, walaupun dalam bahasa praktis di lapangan sering dikatakan bahwa jika ditambah *superplasticizer* maka waktu *setting* menjadi lebih cepat. Sebenarnya waktu *setting*-nya tidak menjadi lebih cepat namun karena penurunan nilai slump (kehilangan slump) yang relatif cepat, secara visual dan pengerjaannya menimbulkan kesan bahwa beton sudah mengeras dalam arti memasuki masa *setting*. Untuk mengakali efek negatif ini, penambahan *superplasticizer* dapat dicampurkan sesaat sebelum beton segar dituang di lapangan, namun perlu sangat diperhatikan takaran/dosis penggunaannya terutama jika penambahan *superplasticizer* dilakukan setelah beton segar dituang sebagian yang mengakibatkan kesulitan mengetahui sisa beton segar yang masih ada di dalam *mobile mixer*.

Berdasarkan materi diatas, sangat cocok apabila kulit kerang yang selama ini sebagai limbah yang kurang dimanfaatkan, dapat digunakan

sebagai bahan tambah pada campuran beton khususnya sebagai substitusi pasir.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan maka dapat dirumuskan masalah yang akan diteliti yaitu :

1. Bagaimana pengaruh variasi kulit kerang sebagai substitusi pasir terhadap kuat tekan beton normal ?
2. Berapa komposisi maksimal dari penggunaan kulit kerang sebagai substitusi pasir dengan bahan tambah *superplasticizer* terhadap workabilitas beton ?

1.3 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dan manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisa pengaruh variasi kulit kerang sebagai substitusi pasir pada campuran beton dengan bahan tambah *superplasticizer* terhadap kuat tekan beton normal.
2. Menganalisa komposisi maksimal penggunaan kulit kerang sebagai substitusi pasir dan bahan tambah *superplasticizer* terhadap workabilitas beton.

1.4 Pokok Bahasan dan Batasan Masalah

1.4.1 Pokok Bahasan

Pokok bahasan dalam penelitian ini antara lain :

1. Penelitian ini membandingkan kuat tekan beton dengan variasi penambahan kulit kerang sebagai substitusi pasir sebesar 0%, 8%, 10%, dan 12%.
2. Penelitian ini membandingkan pengaruh kulit kerang sebagai substitusi pasir dengan dan tanpa bahan tambah *superplasticizer*
3. Melakukan pengujian karakteristik agregat

1.4.2 Batasan Masalah

Agar penelitian ini tidak menyimpang dari tujuannya, maka diberi batasan antara lain :

1. Penelitian ini menggunakan *superplasticizer* 1%.
2. Tidak melakukan karakteristik kulit kerang.
3. Tidak melakukan karakteristik semen.
4. Menggunakan slinder 15 x 30 cm dengan target kuat tekan $f'_c = 20$ MPa.

1.5 Sistematika Penulisan

Secara garis besar sistematika penulisan yang dapat disajikan sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang penulisan, maksud dan tujuan penulisan, ruang lingkup dan batasan masalah, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang dasar-dasar teori mengenai karakteristik bahan-bahan campuran beton, sebagai acuan dalam penyusunan tugas akhir.

BAB III : METODE PENELITIAN

Bab ini berisi lokasi penelitian, material yang digunakan, langkah-langkah penelitian, pengetesan material bahan campuran beton, pengujian kuat tekan beton dan pengolahan data.

BAB IV : ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan diuraikan hasil pengujian material yang dilakukan di laboratorium, yang disajikan dalam bentuk tabel-tabel dan grafik, kemudian dari hasil tersebut dilakukan analisis dan pembahasan.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini akan menyajikan kesimpulan pokok dari keseluruhan penelitian yang telah dilakukan dan saran yang dapat diberikan untuk memperbaiki hasil dari penelitian pengaruh kulit kerang sebagai substitusi pasir pada campuran beton yang menggunakan zat tambah (*superplasticizer*) terhadap kuat tekan beton.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Mulai tahap perencanaan hingga tahap analisis, penelitian ini dilaksanakan berdasarkan sumber yang berkaitan dengan topik yang dipilih, yaitu pengaruh kulit kerang sebagai substitusi pasir terhadap kuat tekan beton dengan bahan tambah *superplasticizer*.

Materi yang dibahas berdasarkan referensi maupun peraturan mengenai teknologi beton yaitu :

1. Karakteristik beton
2. Material penyusun beton

2.2 Karakteristik Beton

2.2.1 Pengertian Beton

Nama asing dari beton adalah *concrete*, diambil dari gabungan prefiks bahasa Latin *com*, yang artinya bersama-sama, dan *crescere* (tumbuh), yang maksudnya kekuatan yang tumbuh karena adanya campuran zat tertentu. Beton pada umumnya merupakan campuran dari tiga komponen, yaitu bahan yang mengikat seperti kapur atau semen, agregat, dan air. Untuk mendapatkan tujuan khusus atau sifat-sifat tertentu, beton di tambah dengan satu atau lebih *admixture* sebagai komponen keempat dalam campuran. Dalam campuran beton, air dan semen membentuk perekat atau matriks yang mana sebagai tambahan

mengisi kekosongan agregat halus, melapisi permukaan agregat halus dan kasar, dan mengikat mereka bersama-sama.

Pengertian beton sendiri adalah merupakan campuran yang homogen antara semen, air dan agregat. Karakteristik beton adalah mempunyai tegangan hancur tekan yang tinggi serta tegangan hancur tarik yang rendah. Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolis (*portland cement*), agregat kasar, agregat halus, air, dan bahan tambah (*admixture atau additive*). Sampai saat ini beton masih menjadi pilihan utama dalam pembuatan struktur. Selain karena kemudahan dalam mendapatkan material penyusunnya, hal itu juga disebabkan oleh penggunaan tenaga yang cukup besar sehingga dapat mengurangi masalah penyediaan lapangan kerja. Hal yang menjadi pertimbangan pada proses produksinya berupa kekuatan tekan yang tinggi dan kemudahan pengerjaannya, serta kelangsungan proses pengadaan beton. Pada umumnya, beton mengandung rongga udara sekitar 1% - 2%, pasta semen (semen dan air) sekitar 25% - 40%, dan agregat (agregat halus dan agregat kasar) sekitar 60% - 75%. Untuk mendapatkan kekuatan yang baik, sifat dan karakteristik dari masing-masing bahan penyusun tersebut perlu dipelajari. Sifat beton yang meliputi : mudah diaduk, disalurkan, dicor, dipadatkan dan diselesaikan, tanpa menimbulkan pemisahan bahan susunan adukan dan mutu beton yang disyaratkan oleh konstruksi tetap dipenuhi (Mulyono, 2003).

Sebagian besar bahan pembuat beton adalah bahan lokal (kecuali semen atau bahan tambah kimia), sehingga sangat menguntungkan secara ekonomi. Namun pembuatan beton akan menjadi mahal jika perencanaan tidak memahami karakteristik bahan-bahan penyusun beton yang harus disesuaikan dengan perilaku struktur yang akan dibuat. Pengaplikasian material beton untuk konstruksi jalan raya khususnya perkerasan kaku (*rigid pavement*) telah banyak dilakukan. Beton dari yang dihasilkan tersebut harus memenuhi kekuatan sesuai yang ditentukan dalam perencanaan. Sifat-sifat dan karakteristik material penyusun beton akan mempengaruhi kinerja dari beton yang dibuat. Kinerja beton ini harus disesuaikan dengan kategori bangunan yang dibuat, yang harus memenuhi kriteria konstruksi, kekuatan tekan dan keawetan. atau durabilitas. Secara umum beton dibedakan kedalam 2 kelompok, yaitu :

a. Beton berdasarkan kelas dan mutu beton.

Kelas dan mutu beton ini, di bedakan menjadi 3 kelas, yaitu :

1. Beton kelas I adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan non struktural. Untuk pelaksanaannya tidak diperlukan keahlian khusus. Pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan ringan terhadap mutu bahan-bahan, sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Mutu kelas I dinyatakan dengan B_0 .
2. Beton kelas II adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural secara umum. Pelaksanaannya memerlukan keahlian yang cukup

dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Beton kelas II dibagi dalam mutu-mutu standar B₁, K 125, K 175, dan K 225. Pada mutu B, pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan terhadap mutu bahan-bahan sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan.

3. Beton kelas III adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural yang lebih tinggi dari K 225. Pelaksanaannya memerlukan keahlian khusus dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Disyaratkan adanya laboratorium beton dengan peralatan yang lengkap serta dilayani oleh tenaga-tenaga ahli yang dapat melakukan pengawasan mutu beton secara kontinu.

Adapun pembagian kelas beton ini, dapat dilihat dalam tabel 2.1 berikut ini

Tabel 2.1 Kelas dan Mutu Beton

Kelas	Mutu	σ'_{bk} (Kg/cm ³)	σ'_{bm} (Kg/cm ³)	Tujuan	Pengawasan terhadap mutu kekuatan agregat tekan	
					Ringan	Tanpa
I	B0	-	-	Non Struktural	Ringan	Tanpa
II	B1	-	-	Struktural	Sedang	Kontinu
	K 125	125	200	Struktural	Ketat	Kontinu
	K 175	175	250	Struktural	Ketat	Kontinu
	K 225	225	200	Struktural	Ketat	Kontinu
III	K >225	>225	>300	Struktural	Ketat	Kontinu

b. Berdasarkan jenisnya, beton dibagi menjadi 6 jenis, yaitu :

1. Beton ringan

Beton ringan merupakan beton yang dibuat dengan bobot yang lebih ringan dibandingkan dengan bobot beton normal. Agregat

yang digunakan untuk memproduksi beton ringan pun merupakan agregat ringan juga. Agregat yang digunakan umumnya merupakan hasil dari pembakaran *shale*, lempung, *slates*, residu *slag*, residu batu bara dan banyak lagi hasil pembakaran vulkanik. Berat jenis agregat ringan sekitar 1900 kg/m atau berdasarkan kepentingan penggunaan strukturnya berkisar antara 1440–1850 kg/m³, dengan kekuatan tekan umur 28 hari lebih besar dari 17,2 MPa.

2. Beton normal

Beton normal adalah beton yang menggunakan agregat pasir sebagai agregat halus dan split sebagai agregat kasar sehingga mempunyai berat jenis beton antara 2200 kg/m³ – 2400 kg/m³ dengan kuat tekan sekitar 15 – 40 MPa.

3. Beton berat

Beton berat adalah beton yang dihasilkan dari agregat yang memiliki berat isi lebih besar dari beton normal atau lebih dari 2400 kg/m. Untuk menghasilkan beton berat digunakan agregat yang mempunyai berat jenis yang besar.

4. Beton massa (*mass concrete*)

Dinamakan beton massa karena digunakan untuk pekerjaan beton yang besar dan masif, misalnya untuk bendungan, kanal, pondasi, dan jembatan.

5. *Ferro-Cement*

Ferro-Cement adalah suatu bahan gabungan yang diperoleh dengan cara memberikan suatu tulangan yang berupa anyaman kawat baja sebagai pemberi kekuatan tarik dan daktil pada mortar semen.

6. Beton serat (*fibre concrete*)

Beton serat (*fibre concrete*) adalah bahan komposit yang terdiri dari beton dan bahan lain berupa serat. Serat dalam beton ini berfungsi mencegah retak-retak sehingga menjadikan beton lebih daktil daripada beton normal.

2.2.2 Beton Segar

Beton segar adalah campuran beton setelah selesai diaduk hingga beberapa saat karakteristik dari beton tersebut belum berubah. Proses awal terjadinya beton adalah pasta semen yaitu proses hidrasi antara air dengan semen, selanjutnya jika ditambahkan dengan agregat halus menjadi mortar dan jika ditambahkan dengan agregat kasar menjadi beton. Penambahan material lain maupun mengganti material yang sejenis atau berbeda akan membedakan jenis beton tersebut serta bisa menambah mutu dari beton itu sendiri.

Beton segar juga mempunyai sifat-sifat yang penting dan harus selalu diperhatikan yaitu :

a. Kemudahan pengerjaan (*workability*)

Kemudahan pengerjaan beton dapat dilihat dari nilai slump yang identik dengan tingkat keplastisan beton. Semakin plastis beton, semakin mudah pengerjaannya. Unsur-unsur yang mempengaruhinya antara lain: jumlah air pencampur, kandungan semen, gradasi campuran pasir-krikil, bentuk butiran agregat kasar, butir maksimum, cara pemadatan beserta alat pemadatannya.

b. *Segregation*

Kecenderungan butir-butir kasar untuk lepas dari campuran beton dinamakan segregasi. Hal ini akan menyebabkan sarang kerikil yang pada akhirnya akan menyebabkan keropos pada beton. Segregasi ini disebabkan oleh campuran kurus atau kurang semen, terlalu banyak air, besar ukuran agregat maksimum lebih dari 40 mm, dan permukaan butir agregat kasar yang semakin kasar akan mempermudah terjadinya segregasi.

c. *Bleeding*

Kecenderungan naiknya air kepermukaan beton yang baru dipadatkan disebut dengan bleeding. Air naik ini membawa semen dan butir agregat halus, yang ada saat beton mengeras nantinya akan membentuk selaput (*laitance*). Hal yang mempengaruhi bleeding ada beberapa hal yaitu: susunan butir agregat, banyaknya air, kecepatan hidrasi, proses pemadatan.

2.2.3 Umur beton

Kekuatan beton akan bertambah dengan naiknya umur beton. Kekuatan beton akan naiknya secara cepat (*linier*) sampai umur 28 hari, tetapi setelah itu kenaikannya akan kecil. Untuk struktur yang menghendaki kekuatan awalnya tinggi, maka campuran akan dikombinasikan dengan semen khusus ataupun pengantian agregat serta menambahkan bahan tambah kimia dengan tetap menggunakan jenis semen tipe I (OPC-I). Laju kenaikan umur beton sangat tergantung dari penggunaan bahan penyusunnya terutama pada penggunaan bahan semen karena semen cenderung secara langsung memperbaiki kinerja pada tekanannya.

2.2.4 Kekuatan Tekan Beton

Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Perancangan beton harus memenuhi kriteria perancangan standar yang berlaku. Peraturan dan tata cara perancangan tersebut antara lain adalah ASTM, ACI, JIS, ataupun SNI. Perancangan tersebut juga dimaksudkan untuk mendapatkan beton yang harus memenuhi kinerja utamanya yaitu kuat tekan sesuai rencana dan mudah untuk dikerjakan serta ekonomis dalam pembiayaannya. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kekuatan tekan beton tersebut yaitu proporsi bahan-bahan penyusunnya, metode perancangan, perawatan dan keadaan pada saat pengecoran dilaksanakan yang terutama

dipengaruhi oleh lingkungan setempat. Kekuatan tekan beton dapat dinotasikan sebagai berikut :

f'_c = Kekuatan tekan beton yang disyaratkan (MPa)

f_c = Kekuatan tarik dari hasil uji benda uji silender beton (MPa)

f'_{cr} = Kekuatan beton rata-rata yang dibutuhkan, sebagai dasar pemilihan pada perencanaan campuran beton (MPa)

S = Standar deviasi (s) (MPa)

Nilai kuat tekan beton diperoleh dari rumus 2.1 yang dapat dilihat sebagai berikut:

$$f'_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (2.1)$$

dimana :

f'_c = kuat tekan beton (kg/cm²)

P = beban maksimum (kg)

A = luas penampang benda uji (cm²)

Dalam perancangan komponen struktur beton diasumsikan hanya menerima beban tekan. Dengan demikian mutu beton selalu dikaitkan dengan kuat tekan beton itu sendiri. Penentuan kuat tekan beton dapat diperoleh melalui pengujian kuat tekan di laboratorium. Dan benda uji yang sering dipakai berupa benda uji berbentuk silinder dan benda uji berbentuk kubus. Kuat tekan beton yang diperoleh dari benda uji silinder dengan kuat tekan beton yang diperoleh dari benda uji kubus. Hubungan antara kuat tekan silinder dengan kuat tekan kubus dapat dilihat pada tabel 2.2 dan 2.3 berikut.

Tabel 2.2 Hubungan Antara Kuat Tekan Silinder dan Kuat Tekan Kubus, A.M Neville

Kuat tekan silinder (MPa)	7,0	15,5	20,0	24,5	27	34,5	37,0	41,5	45,0	51,5
Kuat tekan kubus (MPa)	9,21	20,1	24,7	28,2	29,7	37,1	39,4	43,7	46,9	53,7
Rasio silinder/Kubus	0,76	0,77	0,81	0,87	0,91	0,93	0,94	0,95	0,96	0,96

(Sumber : *Properties of Concrete*, 1981)

Tabel 2.3 Hubungan Antara Kuat Tekan Silinder dan Kuat Tekan Kubus, ISO Standard

Kuat Tekan silinder (MPa)	2,0	4,0	6,0	8,0	10	12	16	20	25	30	35	40	45	50
Kuat Tekan Kubus (MPa)	2,5	5,0	7,5	10	12,5	15	20	25	30	35	40	45	50	55
Ratio Silinder /Kubus	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,83	0,88	0,88	0,89	0,9	0,91

(Sumber : *ISO Standar*, 1977)

Di samping itu sering dipakai juga benda uji silinder yang memiliki ukuran yang berbeda dengan standar, namun perbandingan antara diameter dan tingginya tetap diusahakan 1:2. Benda uji dengan diameter lebih kecil biasanya digunakan untuk pengujian beton dengan kuat tekan yang sangat tinggi, supaya kapasitas alat uji yang dibutuhkan tidak terlalu besar. Korelasi kuat untuk masing-masing dimensi benda uji dapat dilihat pada tabel 2.4 berikut.

Tabel 2.4 Korelasi Kuat Tekan Benda Uji

Ukuran Silinder (mm)	50 x 100	75 x 30	150 x 300	200 x 400	300 x 600	450 x 900	600 x 1200	900 x 1200
Kuat Tekan Relatif	1,09	1,06	1,00	0,96	0,91	0,86	0,84	0,82

(Sumber: *Concrete Manual*, 1963)

Untuk benda uji silinder dengan perbandingan tinggi terhadap diameter (L/D) yang berbeda harus dikoreksi sesuai tabel 2.5 berikut.

Tabel 2.5 Koreksi Perbandingan Tinggi Terhadap Diameter Untuk Benda Uji Silinder

Rasio (L/D)	2,0	1,75	1,5	1,25	1,1	1	0,75	0,5
Faktor Koreksi Kekuatan	1,0	0,98	0,96	0,94	0,90	0,85	0,70	0,50
Kuat tekan relative terhadap silinder standar	1,0	1,02	1,04	1,06	1,11	1,18	1,43	2,00

(Sumber: ASTM C-42)

2.2.5 Faktor Air Semen (fas)

Secara umum diketahui semakin tinggi nilai faktor air semen, semakin rendah pula mutu kekuatan beton. Namun demikian nilai faktor air semen yang semakin rendah tidak selalu berarti mempunyai kekuatan beton yang tinggi. Terdapat batasan-batasan dalam menentukan nilai faktor air semen, nilai faktor air semen yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam hal pengerjaan dilapangan dan akhirnya menyebabkan mutu beton menjadi rendah. Umumnya nilai faktor air semen minimum yang diberikan sekitar 0,4 dan maksimum 0.65. Rata-rata ketebalan lapisan yang memisahkan antar partikel dalam beton sangat tergantung pada faktor air semen yang digunakan dan kehalusan butir semennya. Hubungan antara faktor air semen dengan kuat tekan beton dinyatakan dalam persamaan 2.2.

$$f'_c = \frac{A}{B^{1.5X}} \dots \dots \dots (2.2)$$

dimana :

A dan B = Nilai konstanta

x = Faktor air semen (semula dalam proporsi volume)

2.3 Material Penyusun Beton

Beton umumnya tersusun dari tiga bahan penyusun utama yaitu semen, agregat, dan air. Jika diperlukan bahan tambah (*admixture*) dapat ditambahkan untuk mengubah sifat-sifat tertentu dari beton. Komposisi beton yang akan dibuat pada penelitian ini terdiri tiga jenis perlakuan dimana pertama dibuat perancangan beton normal, yang kedua perancangan beton normal yang mendapat penambahan zat aditif *Superplasticizer* dan ketiga dibuat perancangan dengan penggabungan kulit kerang dan agregat halus dalam campuran beton. Komposisi beton normal sendiri terdiri dari semen portland, batu pecah (*split*), pasir dan air, sedangkan komposisi penggantinya terdiri dari semen portland, pasir, batu pecah (*split*) dan air sebagai campuran yang akan direncanakan pada perancangan pembuatan beton.

2.3.1 Semen Portland

Semen portland adalah bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pekerjaan beton. Menurut ASTM C-150,1985, semen portland didefinisikan sebagai semen hidrolik yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolik, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya.

Menurut *ASTM C150*, semen portland dibagi menjadi lima tipe, yaitu :

Tipe I : *Ordinary Portland Cement (OPC)*, semen untuk penggunaan umum, tidak memerlukan persyaratan khusus (panas hidrasi, ketahanan terhadap sulfat, kekuatan awal).

Tipe II : *Moderate Sulphate Cement*, semen untuk beton yang tahan terhadap sulfat sedang dan mempunyai panas hidrasi sedang.

Tipe III : *High Early Strength Cement*, semen untuk beton dengan kekuatan awal tinggi (cepat mengeras).

Tipe IV : *Low Heat of Hydration Cement*, semen untuk beton yang memerlukan panas hidrasi rendah, dengan kekuatan awal rendah.

Tipe V : *High Sulphate Resistance Cement*, semen untuk beton yang tahan terhadap kadar sulfat tinggi.

Selain semen Portland di atas, juga terdapat beberapa jenis semen lain :

1. *Blended Cement* (Semen Campur)

Semen campur dibuat karena dibutuhkannya sifat-sifat khusus yang tidak dimiliki oleh semen portland. Untuk mendapatkan sifat khusus tersebut diperlukan material lain sebagai pencampur. Jenis semen campur :

- a) *Portland Pozzolan Cement (PPC)*
- b) *Portland Blast Furnace Slag Cement*
- c) *Semen Mosonry*
- d) *Portland Composite Cement (PCC)*

2. *Water Proofed Cement*

Water proofed cement adalah campuran yang homogen antara semen Portland dengan "*Water proofing agent*", dalam jumlah yang kecil.

3. *White Cement* (Semen Putih) Semen putih dibuat untuk tujuan dekoratif, bukan untuk tujuan konstruktif.

4. *High Alumina Cement*

High alumina cement dapat menghasilkan beton dengan kecepatan pengerasan yang cepat dan tahan terhadap serangan sulfat, asam akan tetapi tidak tahan terhadap serangan alkali.

5. Semen Anti Bakteri

Semen anti bakteri adalah campuran yang homogen antara semen Portland dengan "*anti bacterial agent*" seperti *germicide*.

Semen merupakan bahan ikat yang penting dan banyak digunakan dalam pembangunan fisik disektor konstruksi sipil. Semen yang digunakan untuk pekerjaan beton harus disesuaikan dengan rencana kekuatan dan spesifikasi teknik yang diberikan. Semen portland dibuat dari serbuk halus mineral kristalin yang komposisi utamanya adalah kalsium dan almunium silikat. Penambahan air pada mineral ini menghasilkan suatu pasta yang jika mengering akan mempunyai kekuatan seperti batu. Berat jenis yang dihasilkan berkisar antara 3.12 dan 3.16 dan berat volume sekitar 1500 kg/cm³. Bahan utama pembentuk semen portland adalah kapur (CaO), silica (SiO₃), alumina (A1₂O₃), sedikit magnesia (MgO), dan terkadang sedikit alkali. Utuk dapat mengontrol komposisinya, terkadang ditambah

oksida besi, sedangkan gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ditambahkan untuk mengatur waktu ikat semen.



Gambar 2.1 Semen Portland Composite (PCC) Type 1

Semen portland komposit merupakan bahan pengikat hidrolis hasil penggilingan bersama-sama terak semen portland dan gipsum dengan satu atau lebih bahan anorganik. Bahan anorganik tersebut antara lain terak tanur tinggi (*blast furnace slag*), *pozolan*, senyawa silikat, batu kapur, dengan kadar total bahan anorganik 6-35% dari massa semen portland komposit. Semen portland komposit dikategorikan sebagai semen ramah lingkungan dan digunakan untuk hampir semua jenis konstruksi.

Keunggulan dari PCC (*Portland Composite Cement*) yaitu lebih mudah dikerja, suhu beton lebih rendah sehingga tidak mudah retak, permukaan acian dan beton lebih halus, lebih kedap air, mempunyai kekuatan yang lebih tinggi dibanding OPC (*Ordinary Portland Cement*). Hasil pengujian kimia dan pengujian fisika dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Spesifikasi Semen Portland Komposit (PCC)

Jenis Pengujian	Satuan	SNI 15-7064 – 2004	Semen Tonasa (PCC)
Pengujian Kimia			
SO ₃		Max 4,0	2,16
MgO		Max 6,0	0,97
Hilang Pijar		Max 5,0	1,98
Pengujian Fisika			
Kehalusan			
- Dengan alat <i>Belaine</i>	<i>m²/Kg</i> %	Min 280	365
- Sisa diatas ayakan 0,045 mm		-	9,0
Waktu Pengikatan (<i>Alat Vicast</i>)			
- Setting awal	<i>Menit</i>	Min 45	120
- Setting akhir	<i>Menit</i>	Max 375	300
Kekekalan dengan <i>Autoclave</i>			
- Pemuaiian	%	Max 0,8	-
- Penyusutan	%	Max 0,2	0,02
Kuat Tekan			
- 3 Hari	<i>Kg/cm²</i>	Min 125	185
- 7 Hari	<i>Kg/cm²</i>	Min 200	263
- 28 Hari	<i>Kg/cm²</i>	Min 200	410
Panas hidrasi		Max 12	2,75
- 7 Hari	<i>Cal/gr</i>	-	6,00
- 28 Hari	<i>Cal/gr</i>	-	72,21
Kandungan udara mortar	%	Max 12	5,25

(Sumber: PT. Semen Tonasa)

2.3.2 Agregat

Mengingat bahwa agregat menempati 70-75% dari total volume beton maka kualitas agregat sangat berpengaruh terhadap kualitas beton. Dengan agregat yang baik, beton dapat dikerjakan (*workable*), kuat, tahan lama (*durable*), dan ekonomis. Agregat yang digunakan dalam campuran beton dapat berupa agregat alam atau agregat buatan (*artificial aggregates*). Secara umum, agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu agregat kasar dan agregat halus. Agregat yang baik dalam pembuatan beton harus memenuhi persyaratan, yaitu (*PBI, 1971*):

1. Harus bersifat kekal, berbutir tajam dan kuat.

2. Tidak mengandung lumpur lebih dari 5 % untuk agregat halus dan 1 % untuk agregat kasar.
3. Tidak mengandung bahan-bahan organik dan zat-zat yang reaktif alkali, dan
4. Harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori.

a. Agregat halus

Dalam penelitian ini digunakan agregat halus yang berasal dari Sungai Je'neberang, Sulawesi Selatan. Agregat halus dapat berupa pasir alam, pasir olahan atau gabungan dari kedua pasir tersebut. Ukurannya bervariasi antara No. 4 dan No. 100 saringan standar Amerika. Agregat halus dapat digolongkan menjadi 3 jenis (*Samekto 2001*) :

1. Pasir Galian

Pasir galian dapat diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali dari dalam tanah. Pada umumnya pasir jenis ini tajam, bersudut, berpori, dan bebas dari kandungan garam yang membahayakan.

2. Pasir Sungai

Pasir sungai diperoleh langsung dari dasar sungai. Pasir sungai pada umumnya berbutir halus dan berbentuk bulat, karena akibat proses gesekan yang terjadi sehingga daya lekat antar butir menjadi agak kurang baik.



Gambar 2.2 Pasir Sungai

3. Pasir Laut

Pasir laut adalah pasir yang diperoleh dari pantai. Bentuk butiran halus dan bulat, karena proses gesekan. Pasir jenis ini banyak mengandung garam, oleh karena itu kurang baik untuk bahan bangunan. Garam yang ada dalam pasir ini menyerap kandungan air dalam udara, sehingga mengakibatkan pasir selalu agak basah, dan juga menyebabkan pengembangan setelah bangunan selesai dibangun.

Agregat halus yang baik harus bebas bahan organik, lempung, partikel yang lebih kecil dari saringan No. 100 atau bahan-bahan lain yang dapat merusak campuran beton. (Nawy 1998) Agregat halus merupakan pasir alam sebagai hasil disintegrasi 'alami' batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5,0 mm. (SK SNI 03-2847-2002).

b. Agregat kasar

Dalam penelitian ini digunakan agregat kasar yang berasal dari Sungai Je'neberang, Sulawesi Selatan dengan ukuran diameter maksimum 20 mm. Agregat kasar diperoleh dari alam dan juga dari

proses memecah batu alam. Agregat alami dapat diklasifikasikan ke dalam sejarah terbentuknya peristiwa geologi, yaitu agregat beku, agregat sediment dan agregat metamorf, yang kemudian dibagi menjadi kelompok-kelompok yang lebih kecil. Agregat pecahan diperoleh dengan memecah batu menjadi berukuran butiran sesuai yang diinginkan dengan cara meledakan, memecah, menyaring dan seterusnya. Agregat disebut agregat kasar apabila ukurannya sudah melebihi $\frac{1}{4}$ in (6 mm).



Gambar 2.3 Batu Pecah

Sifat agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton keras dan daya tahannya terhadap disintegrasi beton, cuaca, dan efek-efek perusak lainnya. Agregat kasar mineral ini harus bersih dari bahan-bahan organik, dan harus mempunyai ikatan yang baik dengan gel semen. (Nawy 1998).

2.3.3 Air

Air adalah bahan dasar pembuatan beton. Berfungsi untuk membuat semen bereaksi dan sebagai bahan pelumas antara butir-butir agregat. Pada umumnya air minum dapat dipakai untuk campuran beton. Air yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, yang tercemar

garam, minyak, gula atau bahan kimia lainnya, bila dipakai untuk campuran beton akan sangat menurunkan kekuatannya dan dapat juga mengubah sifat-sifat semen. Selain itu air yang demikian dapat mengurangi afinitas antara agregat dengan pasta semen dan mungkin pula mempengaruhi kemudahan pengerjaan. (Nawy 1998). Air yang diperlukan dipengaruhi faktor-faktor di bawah ini :

1. Ukuran agregat maksimum : diameter membesar, maka kebutuhan air menurun.
2. Bentuk butir : bentuk bulat, maka kebutuhan air menurun (batu pecah perlu banyak air).
3. Gradasi agregat : gradasi baik, maka kebutuhan air menurun untuk kelecakan yang sama.
4. Kotoran dalam agregat : makin banyak silt, tanah liat dan lumpur, maka kebutuhan air meningkat.
5. Jumlah agregat halus (dibandingkan agregat kasar) : agregat halus lebih sedikit, maka kebutuhan air menurun. (Nugraha 2007).

2.3.4 Kulit Kerang

Kerang merupakan nama sekumpulan *moluska dwicangkerang* daripada *famili cardiidae* yang merupakan salah satu komoditi perikanan yang telah lama dibudidayakan sebagai salah satu usaha sampingan masyarakat pesisir. Teknik budidayanya mudah dikerjakan, tidak memerlukan modal yang besar dan dapat dipanen setelah berumur 6 – 7 bulan. Hasil panen kerang per hektar per tahun dapat mencapai 200 – 300

ton kerang utuh atau sekitar 60 – 100 ton daging kerang (*Porsepwandi, 1998*).

Kulit kerang berbentuk seperti hati, bersimetri dan mempunyai tetulang diluar. Kulit kerang mempunyai tiga bukaan *inhalen, ekshalen, dan pedal* untuk mengalirkan air serta untuk mengeluarkan kakinya. Kerang biasanya mengorek lubang dengan menggunakan kakinya dan makan plankton yang didapat dari aliran air yang masuk dan keluar. Kerang-kerang juga berupaya untuk melompat dengan membengkokkan lalu meluruskan kakinya. Berbeda dengan kebanyakan *dwicangkerang*, kerang ialah *hermafrodit*.

Serbuk kulit kerang merupakan serbuk yang dihasilkan melalui pembakaran kulit kerang yang dihaluskan, serbuk ini dapat digunakan sebagai bahan campuran atau tambahan pada pembuatan beton. Penambahan serbuk kulit kerang yang homogenakan menjadikan campuran beton yang lebih reaktif.

Jenis kerang yang dipakai dalam penelitian ini adalah jenis kerang mutiara atau dengan nama lain *Pinctada sp* merupakan jenis hewan yang bertubuh lunak atau moluska yang hidup dilaut, Tubuhnya dilindungi oleh sepasang cangkang yang tipis dan keras, Termasuk dalam lokasi Bivalvia dan *Famili Pteriidae*. Anatomi dan Morfologi Kerang mutiara yaitu, memiliki sepasang cangkang, bentuknya pipih berwarna kuning kecoklatan. Kedua cangkang tersebut tidak memiliki cangkang sama bentuknya (*inequivalven*). Dibagian tengah dorsal sepasang cangkang dihubungkan

oleh ligmen yang elastis serta adanya gigi engsel. Kedua cangkang memiliki otot yang liat dan kuat yang berfungsi untuk membuka dan menutup. Cangkang bagian dalam berwarna putih mengkilat atau disebut lapisan nacre (*mother of pearly*) pada bagian sentral. Lapisan nacrenya berwarna kuning emas (*gold up*).



Gambar 2.4 Kulit Kerang

2.3.5 Superplasticizer

Superplasticizer merupakan bahan tambah (*admixture*). Bahan tambah, *additive* dan *admixture* adalah bahan selain semen, agregat dan air yang ditambahkan pada adukan beton, sebelum atau selama pengadukan beton untuk mengubah sifat beton sesuai dengan keinginan perencana. Penambahan *additive* atau *admixture* tersebut ke dalam campuran beton ternyata telah terbukti meningkatkan kinerja beton di hampir semua aspeknya, yaitu kekuatan, kemudahan pengerjaan, keawetan dan kinerja-kinerja lainnya dalam memenuhi tuntutan teknologi konstruksi modern. Mengacu pada klasifikasi ASTM C494-82, dikenal 7 jenis *admixture* sebagai berikut :

1) Tipe A : *Water Reducer (WR)* atau *plasticizer*.

Bahan kimia tambahan untuk mengurangi jumlah air yang digunakan. Dengan pemakaian bahan ini diperoleh adukan dengan faktor air semen lebih rendah pada nilai kekentalan adukan yang sama, atau diperoleh kekentalan adukan lebih encer pada faktor air semen yang sama.

2) Tipe B : *Retarder*

Bahan kimia untuk memperlambat proses ikatan beton. Bahan ini diperlukan apabila dibutuhkan waktu yang cukup lama antara pencampuran/pengadukan beton dengan penuangan adukan. Atau dimana jarak antara tempat pengadukan betondan tempat penuangan adukan cukup jauh.

3) Tipe C : *Accelerator*

Bahan kimia untuk mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton. Bahan ini digunakan jika penuangan adukan dilakukan dibawah permukaan air, atau pada struktur beton yang memerlukan pengerasan segera.

4) Tipe D : *Water Reducer Retarder (WRR)*

Bahan kimia tambahan berfungsi ganda yaitu untuk mengurangi air dan memperlambat proses ikatan.

5) Tipe E : *Water Reducer Accelerator*

Bahan kimia tambahan berfungsi ganda yaitu untuk mengurangi air dan mempercepat proses ikatan.

6) Tipe F : *High Range Water Reducer (Superplasticizer)*

Bahan kimia yang berfungsi mengurangi air sampai 12% atau bahkan lebih. Penjelasan mengenai *superplasticizer* akan dibahas lebih lanjut.

7) Tipe G : *High Range Water Reducer (HRWR)*

Bahan kimia tambahan berfungsi ganda yaitu untuk mengurangi air dan mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton. Bahan kimia tambahan biasanya dimasukkan dalam campuran beton dalam jumlah yang relatif kecil dibandingkan dengan bahan-bahan utama, maka tingkatan kontrolnya harus lebih besar daripada pekerjaan beton biasa. Hal ini untuk menjamin agar tidak terjadi kelebihan dosis, karena dosis yang berlebihan akan bisa mengakibatkan menurunnya kinerja beton bahkan lebih ekstrem lagi bisa menimbulkan kerusakan pada beton



Gambar 2.5 Superplasticizer

Menurut ASTM C494 dan British Standard 5075, *superplasticizer* adalah bahan kimia tambahan pengurangan air yang sangat efektif. Dengan pemakaian bahan tambahan diperoleh adukan dengan faktor air

semen lebih rendah pada nilai kekentalan adukan yang sama atau diperoleh adukan dengan kekentalan lebih encer dengan faktor air semen yang sama, sehingga kuat tekan beton lebih tinggi

Superplasticizer juga mempunyai pengaruh yang besar dalam meningkatkan workabilitas bahan ini merupakan saran untuk menghasilkan beton mengalir tanpa terjadi pemisahan (*bleeding*) yang umumnya terjadi pada beton dengan jumlah air yang besar, maka bahan ini berguna untuk pertapakan beton ditempat-tempat yang sulit seperti tempat penulangan yang rapat.

Dalam meningkatkan kuat tekan beton untuk faktor air semen yang diberikan. Namun kegunaan *superplasticizer* untuk beton mutu tinggi secara umum sangat berhubungan dengan pengurangan jumlah air dalam campuran beton. Pengurangan ini tergantung dari kandungan air yang digunakan, dosis dan tipe dari *superplasticizer* yang dipakai. (L. J. Parrot, 1998).

Untuk meningkatkan workability campuran beton, penggunaan dosis *superplasticizer* secara normal berkisar antara 1-3 liter tiap 1 meter kubik beton. Larutan *superplasticizer* terdiri dari 40% material aktif. Ketika *superplasticizer* digunakan untuk menguarangi jumlah air, dosis yang digunakan akan lebih besar, 5 sampai 20 liter tiap 1 meter kubik beton. (Neville, 1995)

2.4. Alat dan Bahan

2.4.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

- a. Semen : Semen Portland Komposit (PCC) Type I
- b. Air : Air PDAM yang terdapat di laboratorium
- c. Agregat Halus : Pasir, dan Kulit Kerang
- d. Agregat Kasar : Batu Pecah Split 1-2 cm
- e. Bahan Additif : *Superplasticizer*

2.4.2 Peralatan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Pengujian analisa saringan agregat kasar dan agregat halus
 - a. Timbangan ketelitian 0,2%
 - b. Satu set saringan
 - c. Oven yang dilengkapi pengatur suhu
 - d. Alat pemisah sampel
 - e. Mesin pengguncang saringan
 - f. Talam-talam
 - g. Kuas / sikat kuningan
2. Pengujian berat Jenis agregat kasar dan agregat halus
 - a. Keranjang kawat ukuran 3,35 mm atau 2,36 mm (No. 6 atau no.8) dengan kapasitas 5 kg
 - b. Tempat air

- c. Timbangan dengan kapasitas 1 - 5 kg dengan ketelitian 0,1% yang dilengkapi dengan alat penggantung keranjang
 - d. Oven
 - e. Saringan no. 4
 - f. Piknometer kapasitas 500 ml
 - g. Air suling
 - h. Bejana tempat air
3. Pengujian berat isi agregat kasar dan agregat halus
- a. Timbangan ketelitian 0,1%
 - b. Talam berkapasitas besar
 - c. Tongkat pemadat diameter 15 mm, panjang 60 cm
 - d. Mistar perata
 - e. Wadah baja berbentuk silinder
4. Pengujian kadar air agregat kasar dan agregat halus
- a. Timbangan dengan ketelitian 0,1%
 - b. Oven
 - c. Talam logam berkapasitas besar
5. Pengujian kadar lumpur agregat kasar dan agregat halus
- a. Saringan no. 16 dan no. 200
 - b. Wadah pencuci benda uji berkapasitas besar (Wajan)
 - c. Oven
 - d. Timbangan dengan ketelitian 0,1%
6. Pencampuran material (*Mix Design*)

- a. Cetakan silinder, degan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm
 - b. Tongkat pemadat
 - c. Mesin pengaduk / molen
 - d. Timbangan
 - e. Peralatan tambahan : sendok, talam, ember, sendok perata
 - f. Alat penggetar
7. Pengujian slump beton
- a. Cetakan berupa kerucut terpancung
 - b. Tongkat pemadat
 - c. Pelat logam dengan permukaan kokoh, rata dan kedap air
 - d. Sendong cekung
 - e. Mistar
8. Pengujian kuat tekan beton
- a. Bak perendaman
 - b. Mesin tekan / *Compressor test*
 - c. Timbangan
 - d. Satu set alat pelapis (*capping*)

2.5 Prosedur Pengujian dan Pembuatan Beton

2.5.1 Pengujian Material

Dalam pengujian ini terdapat beberapa prosedur kerja yang harus diikuti sesuai langkah-langkah kerja sesuai dengan acuan yang dipakai, sehingga pengujian yang dilakukan menghasilkan nilai yang sebenarnya.

Adapun pengujian ini meliputi sebagai berikut :

1. Pengujian berat jenis agregat halus

Pengujian agregat halus dilakukan untuk mengetahui berat jenis agregat halus yang digunakan untuk menentukan volume yang diisi oleh agregat. Pengujian ini dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

- Berat Jenis Kering (*Bulk Dry Specific Gravity*)

$$BJ = \frac{B_2}{(B_3 + 500) - B_1} \dots \dots \dots (2.4)$$

- Berat Jenis Jenuh Kering Permukaan/SSD (*Bulk SSD specific gravity*)

$$BJ_{SSD} = \frac{500}{B_3 + 500 - B_1} \dots \dots \dots (2.5)$$

- Penyerapan

$$BJ_{Absorpsi} = \frac{500 - B_2}{B_2} \times 100\% \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana :

B_1 = Berat air + pignometer + pasir SSD

B_2 = Berat pasir kering

B_3 = Berat air + gelas ukur

2. Kadar air agregat

$$KA = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\% \dots \dots \dots (2.7)$$

3. Kadar lumpur

$$KL = \frac{W_1 - W_3}{W_3} \times 100\% \dots \dots \dots (2.8)$$

dimana :

W_1 = Berat agregat

W_2 = Berat kering oven

W_3 = Berat agregat setelah direndam

4. Pengujian berat jenis agregat kasar

- Berat jenis kering (*Bulk Specific Gravity*)

$$BJ = \frac{Bk}{w2+Bj-w1} \dots\dots\dots (2.9)$$

- Berat jenis kering permukaan jenuh air (*Saturated Surface Dry*)

$$BJ_{SSD} = \frac{Bj}{w2+BJ-w1} \dots\dots\dots (2.10)$$

- Penyerapan

$$BJ_{Absropsi} = \frac{Bj-Bk}{Bk} \times 100\% \dots\dots\dots (2.11)$$

dimana :

Bk = berat jenis uji kering oven

Bj = berat jenis uji kering permukaan jenuh air

w1 = berat bejana berisi benda uji + air

w2 = berat bejana berisi air

5. Pengujian analisa saringan agregat

Modulus halus butir (*Finnes Modulus*) ialah suatu indek yang dipakai untuk ukuran kehalusan atau kekerasan butir-butir agregat. Makin besar nilai modulus halus menunjukkan bahwa makin besar ukuran butir-butir agregatnya. Adapun pengujian ini dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$MHB = \frac{\text{Jumlah \% Kumulatif Agregat Tertinggal}}{100} \dots\dots\dots (2.12)$$

dimana :

MHB = Modulus halus butir

6. Pengujian berat isi agregat

Standar metode pengujian ini untuk menghitung berat isi dalam kondisi padat atau gembur dan rongga udara dalam agregat. Ukuran butir agregat kasar adalah 5mm–40mm, agregat halus terbesar 5mm. Pengujian dalam kondisi padat dilakukan dengan cara tusuk. Dalam kondisi gembur dengan cara sekop atau sendok. Bobot isi kering udara agregat dihitung dalam kondisi kering oven dan kering permukaan. Pada kondisi padat dan gembur memiliki berat isi yang berbeda karena pada berat isi gembur masih terdapat rongga-rongga udara, berbeda dengan berat isi padat yang dipadatkan dengan cara ditusuk sehingga berat isi padat lebih berat daripada berat isi gembur karena berat isi padat tidak memiliki rongga udara. Berat isi pada agregat sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti berat jenis, gradasi agregat, bentuk agregat, diameter maksimum agregat. Dalam SII No. 52-1980, berat isi untuk agregat beton disyaratkan harus lebih dari 1.2-1,5 gr/.

Adapun dalam pengujian ini digunakan rumus :

a. Berat isi gembur

$$\text{Volume} = (\text{berat tabung} + \text{air}) - (\text{berat tabung}) \dots\dots\dots (2.13)$$

$$\text{Berat Isi Gembur} = \frac{\text{berat tabung} + \text{agregat gembur}}{\text{volume}} \dots\dots\dots (2.14)$$

b. Berat isi padat

$$\text{Volume} = (\text{berat tabung} + \text{air}) - (\text{berat tabung}) \dots\dots\dots (2.15)$$

$$\text{Berat Isi Padat} = \frac{\text{berat tabung} + \text{agregat padat}}{\text{volume}} \dots\dots\dots (2.16)$$

7. Pengujian berat jenis semen

Berat jenis semen adalah perbandingan antara berat semen kering dengan perubahan dari volume minyak tanah setelah dicampur dengan semen pada suhu kamar. Berat jenis semen Portland yang memenuhi syarat berdasarkan SII 0013-18 berkisar antara 3,0-3,2 sedangkan dipasaran berkisar 3,2 bila berat jenis semen yang diuji berada dalam standar ini menunjukkan bahwa semen masih dalam keadaan baru, bila semen berada dibawah standar berarti semen :

- a. Telah mengalami pelepasan panas;
- b. Semen terlalu lama disimpan;
- c. Bahwa ukuran semen telah mengalami perubahan berat jenis semen diuji dengan cara yang sama.

Pengujian berat jenis semen dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Berat jenis} = \frac{\text{Berat Semen}}{(V_2 - V_1)d} \dots\dots\dots (2.18)$$

Dimana :

V1 = pembacaan pertama pada skala botol

V2= pembacaan kedua pada skala botol

(V2 – V1) = isi cairan yang dipindahkan oleh semen dengan berat tertentu

d = berat isi air pada suhu 4°C

2.5.2 Perancangan Campuran Beton

Langkah-langkah pembuatan rencana campuran beton normal dilakukan sebagai berikut:

1. Ambil kuat tekan beton yang disyaratkan f'_c pada umur tertentu;
2. Hitung deviasi standar dengan rumus :

$$S_r = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots$$

Dimana :

S_r = Deviasi standar

x_i = Kuat tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji

\bar{x} = Kuat tekan beton rata-rata menurut rumus

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

3. Hitung nilai tambah dengan rumus :

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

Dimana :

M = Nilai tambah

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

S_r = Deviasi standar rencana

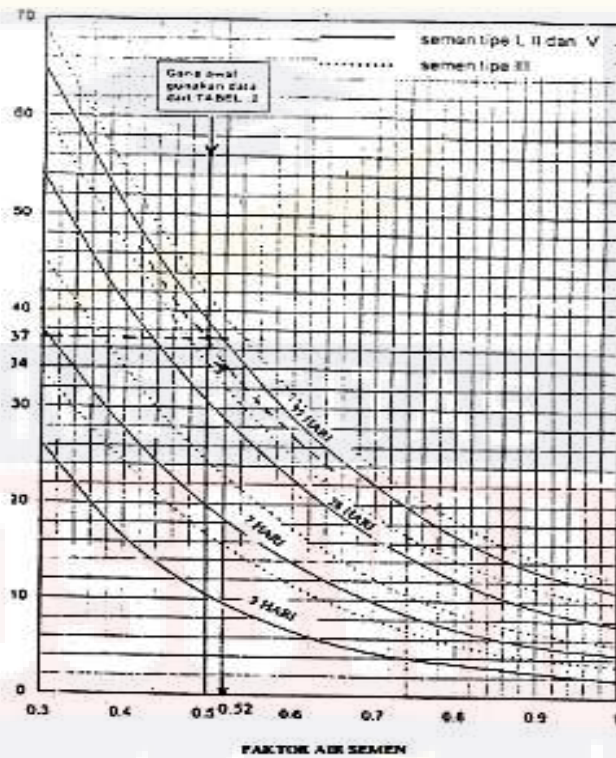
4. Hitung kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan f'_{cr} , dengan rumus :

$$f'_{cr} = f'_c + M$$

$$f'_{cr} = f'_c + 1,64 S_r$$

5. Tetapkan jenis semen

6. Tentukan jenis agregat kasar dan agregat halus, agregat ini dapat dalam bentuk tak dipecahkan (pasir atau koral) atau dipecahkan;
7. Tentukan faktor air semen dengan cara grafik :



Gambar 2.6 Grafik Hubungan Antara Kuat Tekan dan Faktor Air Semen

8. Tetapkan faktor air semen maksimum (dapat ditetapkan sebelumnya atau tidak). Jika nilai faktor air semen yang diperoleh lebih kecil dari yang dikehendaki, maka yang dipakai yang terendah;

Tabel 2.7 Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan Faktor Air Semen Maksimum Untuk Berbagai Macam Pembetonan Dalam Lingkungan Khusus

Lokasi	Jumlah Semen Minimum per m ³ beton (Kg)	Nilai Faktor Air Semen Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan :		
a. Keadaan keliling non-korosif	275	0,60
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton diluar ruangan bangunan :		
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton masuk kedalam tanah :		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		
Beton yang kontinu berhubungan :		
a. Air tawar		
b. Air laut		

9. Tetapkan slump;
10. Tetapkan ukuran agregat maksimum jika tidak ditetapkan lihat tabel

2.8

Tabel 2.8 Batas-Batas Susunan Besaran Butir Agregat Kasar

Ukuran mata ayakan (mm)	Persentase berat bagian yang lewat ayakan		
	Ukuran nominal agregat (mm)		
	38-4,75	19,0-4,76	9,6-4,76
38,1	95-100	100	
19,0	37-70	95-100	100
9,52	10-40	30-60	50-85
4,76	0-5	0-10	0-10

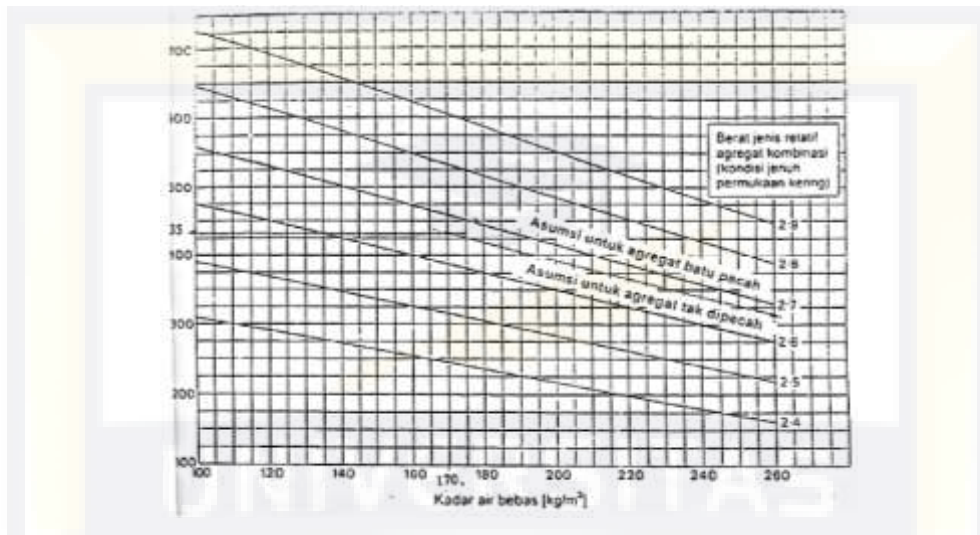
11. Tentukan nilai kadar air bebas

Tabel 2.9 Perkiraan Kadar Air Bebas (Kg/m^3) Yang Dibutuhkan Untuk Beberapa Tingkat Kemudahan Pengerjaan Adukan Beton

Slump (mm)		0-100	10-30	30-60	60-80
Ukuran besar butir agregat maksimum	Jenis agregat	---	---	---	---
10	Batu tak dipecahkan	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak dipecahkan	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak dipecahkan	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

12. Hitung jumlah semen yang besarnya adalah kadar semen adalah kadar air bebas dibagi faktor air semen;
13. Jumlah semen maksimum jika tidak ditetapkan, dapat diabaikan;
14. Tentukan jumlah semen semimum mungkin. Jika tidak lihat table 3.4 jumlah semen yang diperoleh dari perhitungan jika perlu disesuaikan;
15. Tentukan faktor air semen yang disesuaikan jika jumlah semen berubah karena lebih kecil dari jumlah semen minimum yang ditetapkan (atau lebih besar dari jumlah semen maksimum yang disyaratkan), maka faktor air semen harus diperhitungkan kembali;
16. Tentukan susunan butir agregat halus (pasir kalau agregat halus sudah dikenal dan sudah dilakukan analisa ayak menurut standar yang berlaku;
17. Tentukan susunan agregat kasar;
18. Tentukan persentase pasir dengan perhitungan;

19. Hitung berat jenis relative agregat;
20. Tentukan berat isi beton menurut Grafik 2.7



Gambar 2.7 Grafik Perkiraan Berat Isi Beton Basah

21. Hitung kadar agregat gabungan yang besarnya adalah berat jenis beton dikurangi jumlah kadar semen dan kadar air bebas;
22. Hitung kadar agregat halus yang besarnya adalah hasil kali persen pasir dengan agregat gabungan;
23. Hitung kadar agregat kasar yang besarnya adalah kadar agregat gabungan dikurangi kadar agregat; dari langkah-langkah tersebut di atas butir 1 sampai dengan 23 sudah dapat diketahui susunan campuran bahan-bahan untuk 1m^3 beton;
24. Proporsi campuran, kondisi agregat dalam keadaan jenuh kering permukaan;
25. Koreksi proporsi campuran menurut perhitungan;
26. Buatlah campuran uji, ukur dan catatlah besarnya slump serta kekuatan tekan yang sesungguhnya, perhatikan hal berikut:

- a. Jika harga yang didapat sesuai dengan harga yang diharapkan, maka susunan campuran beton tersebut dikatakan baik. Jika tidak, maka campuran perlu dibetulkan;
- b. Kalau slumpnya ternyata terlalu tinggi atau rendah, maka kadar air perlu dikurangi atau ditambah (demikian juga kadar semennya, karena factor air semen harus dijaga agar tetap tak berubah);
- c. Jika kekuatan beton dari campuran ini terlalu tinggi atau rendah, maka factor air semen dapat atau harus ditambah atau dikurangi.

2.6 Penelitian Terdahulu

1. *Pemanfaatan Kulit Kerang dan Resin Epoksin Terhadap Karakteristik Beton Polimer* oleh Shinta Marito Siregar; Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara; 2009 :

Disimpulkan bahwa Beton yang telah dibuat berbasis 66,67%-83,33% (volume) serbuk kulit kerang, pasir, dan 5%-20% (volume) resin epoksi yang dikeringkan selama 8 jam pada suhu 60°C. Kualitas beton yang optimum diperoleh pada komposisi 80% (volume) serbuk kulit kerang dan 20% (volume) resin epoksi dengan waktu pengeringan selama 8 jam pada suhu 60°C. Karakteristik dari beton yang dihasilkan pada kondisi tersebut adalah densitas = 2,716 g/cm³, penyerapan air = 0,4%, penyusutan = 1,29%, konduktivitas termal = 0,339 w/m⁰K, kuat

tekan = 56,9 Mpa, kuat patah = 34 MPa dan kuat tarik = 7,46 MPa. Analisis ketahanan api dari beton mengalami degradasi sebesar 22,67% atau kekuatan tekannya sebelum pembakaran sebesar 56,9 MPa dan setelah dibakar turun menjadi 44 MPa. Berdasarkan analisa ketahanan asam dari beton setelah perendaman dengan 5% Na_2SO_4 selama 7-56 Hari terjadi perubahan massa sebesar 0,15%-1,35% dan kuat tekan meningkat sekitar 7%-8%. Sedangkan perendaman dengan 10% Na_2SO_4 selama 7-56 hari terjadi perubahan massa sebesar 0,25%-1,60% dan kuat tekan terdegradasi sekitar 10%-11%. Analisa struktur mikro dengan SEM menunjukkan bahwa rongga-rongga didalam beton terdistribusi tidak merata dengan ukuran sekitar 5-40 μm dan gumpalan resin epoksi sekitar 20 μm . Sedangkan bentuk partikel pasir dan serbuk kulit kerang tidak terlihat batas butirnya.

2. Pengaruh Campuran Kulit Kerang dan Cangkang Kemiri terhadap Sifat dan Kekuatan Beton oleh Goldberd H.D. Sinaga; Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Medan; 2013 :

Disimpulkan bahwa Semakin kecil penambahan cangkang kemiri dan semakin kecil serbuk kulit kerang pada beton maka kuat tekan beton yang dihasilkan semakin besar. Hasil pengujian mekanik yaitu massa jenis terbesar pada beton adalah pada

campuran 10% cangkang kemiri terhadap 2% serbuk kulit kerang yaitu secara berturut-turut $2,32 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$. Hasil pengujian kuat tekan beton yang tertinggi terdapat pada komposisi campuran 10% cangkang kemiri terhadap 2% serbuk kulit kerang yaitu 20,36 MPa. Hasil pengujian daya serap air terendah pada beton adalah pada campuran 10% cangkang kemiri terhadap 2% serbuk kulit kerang yaitu 0,71%. Perbandingan hasil pengujian mekanik yaitu massa jenis beton, diperoleh massa jenis beton tertinggi pada komposisi beton campuran 10% cangkang kemiri dan 2% serbuk kulit kerang yaitu $2,32 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ sedangkan pada beton normal massa jenis yaitu $2,08 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$. Perbandingan hasil pengujian mekanik yaitu kuat tekan beton, diperoleh kuat tekan beton tertinggi pada komposisi beton campuran 10% cangkang kemiri dan 2% serbuk kulit kerang yaitu 20,36 MPa sedangkan pada beton normal kuat tekan yaitu 19,77 MPa. Perbandingan hasil pengujian mekanik yaitu daya serap air pada beton, diperoleh daya serap air terendah pada beton terpadu komposisi beton campuran 10% cangkang kemiri dan 2% serbuk kulit kerang yaitu 0,71% sedangkan pada beton normal penyerapan air yaitu 2,7%.

3. Pengaruh Penambahan Tumbukan Kulit Kerang Jenis Anadar Granisa Sebagai Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton K-225 oleh Dede Indah Permana, Anita Setyowati Srie Gunarti, Elma Yulius; Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam "45" Bekasi; 2014 :

Disimpulkan bahwa semua bahan yang digunakan dalam penelitian ini (agregat halus dan agregat kasar) memenuhi persyaratan yang telah ditentukan, sehingga layak untuk dijadikan bahan campuran beton dalam penelitian. Kuat tekan beton normal (tanpa bahan tambah tumbukan kulit kerang) umur 28 hari, nilai kuat tekan sebesar $252,632 \text{ kg/cm}^2$. Kuat tekan beton dengan penambahan tumbukan kulit kerang 2,5% pada umur 28 hari sebesar $233,918 \text{ kg/cm}^2$ atau turun sekitar 7,408 % dari beton normal kuat tekan beton dengan penambahan tumbukan kulit kerang 5% pada umur 28 hari sebesar $225,965 \text{ kg/cm}^2$ turun sekitar 10,557 % dari beton normal. Kuat tekan beton dengan penambahan tumbukan kulit kerang 7,5% pada umur 28 hari sebesar $215,672 \text{ kg/cm}^2$ atau turun sekitar 14,629 % dari beton normal. Kuat tekan beton dengan penambahan tumbukan kulit kerang 10% pada umur 28 hari sebesar $200,546 \text{ kg/cm}^2$ atau turun sekitar 20,617 % dari beton normal Tumbukan kulit kerang jenis *Anadara Granosa* tidak dapat dipergunakan untuk bahan tambahan.

4. Pengaruh Substitusi Cangkang Kerang Dengan Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton oleh *Muhammad Hasbi*

Arbi; Fakultas Teknik Universitas Almuslim; 2015 :

Disimpulkan bahwa dengan penambahan cangkang kerang 5% dan 15% nilai slump mengalami kenaikan menjadi 80 mm dan 85 mm, sedangkan untuk substitusi 10%, nilai slump sama dengan nilai slump beton normal, ini menunjukkan bahwa serbuk cangkang kerang 5% dan 15% meresap air lebih sedikit dari pasir, sehingga nilai slump naik. Nilai kuat tekan beton menggunakan substitusi cangkang kerang 5% dapat meningkatkan kuat tekan beton 27,7% atau sebesar 26,3 MPa, substitusi cangkang kerang 10%, mengalami kenaikan kuat tekan beton 23,3% atau sebesar 23,3 MPa dan substitusi cangkang kerang 15% mengalami penurunan kuat tekan beton 4,4% atau 19,7 MPa dari beton normal.

5. Sifat Mekanis Beton Kulit Kerang (*Anadara grandis*) oleh

Annisa Arifandita Mifshella, Monita Olivia, Lita Darmayanti;

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Riau; 2015 :

Disimpulkan bahwa hasil pengujian kuat tekan beton bubuk kulit kerang lebih rendah daripada beton normal. Hal ini dapat disebabkan rendahnya kandungan CaO bubuk kulit kerang yang lebih rendah daripada semen OPC. Adapun hasil pengujian kuat tarik belah beton menunjukkan bahwa beton bubuk kulit kerang

mempunyai kuat tarik belah yang lebih tinggi daripada beton normal hal ini disebabkan karena daya lekat pasta semen dengan agregat menjadi lebih kuat dengan ditambahkan bubuk kulit kerang. Kenaikan kuat tarik belah beton lebih tinggi pada umur 7-28 hari dibandingkan umur 28-91 hari. Hal ini disebabkan karena penambahan bubuk kulit kerang mempercepat pengikatan pasta semen dengan agregat pada umur awal beton.

UNIVERSITAS

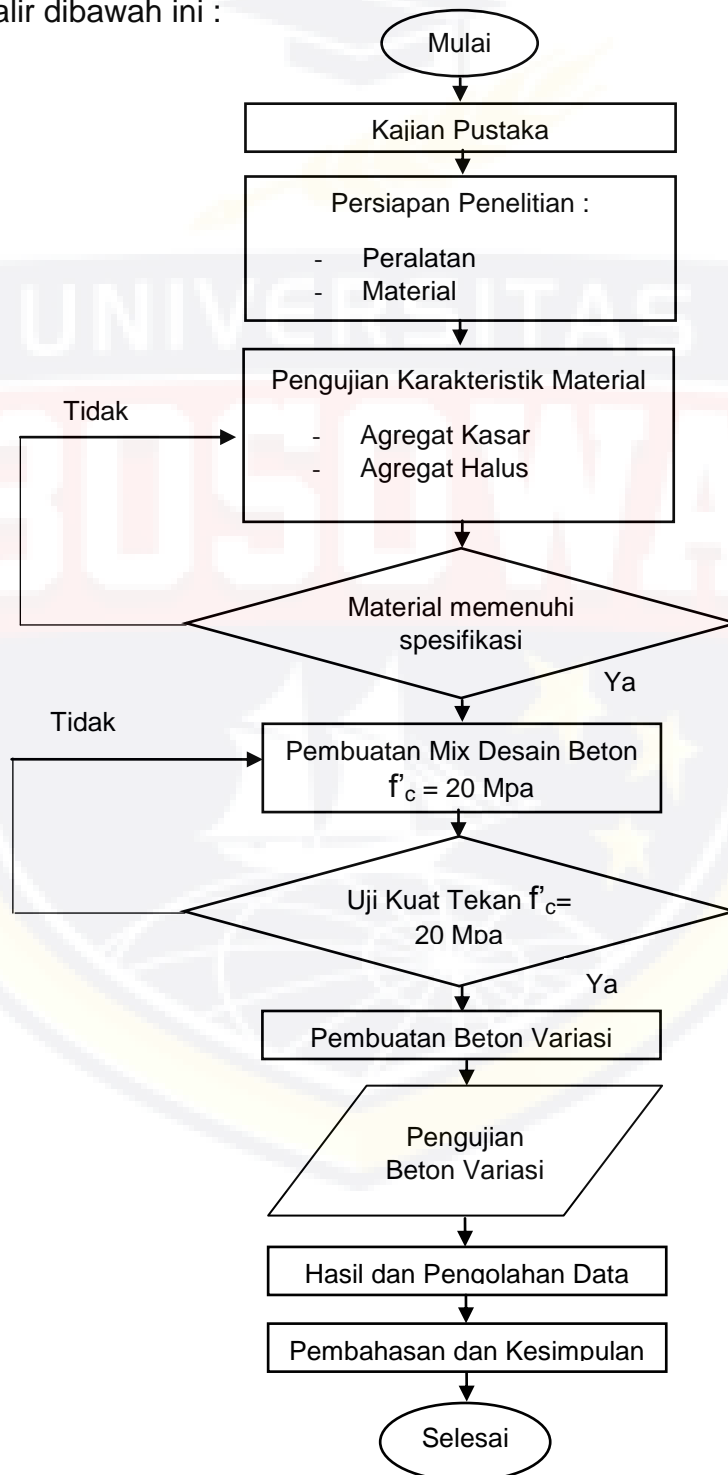
BOSOWA

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian ini dapat dilihat dari garis besar diagram alir dibawah ini :



3.2. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen di laboratorium berupa pengujian beton normal dan beton variasi kulit kerang sebagai substitusi agregat halus dan bahan tambah *superplasticizer*. Waktu penelitian kurang lebih 9 bulan yakni mulai bulan Oktober 2018 – Mei 2019.

3.3. Uraian Pengujian

No.	Jenis Pengujian	SNI
1.	Pengujian Agregat	
	a. Analisa Saringan	SNI 3423-2008
	b. Berat Jenis	SNI 1969-2008
	c. Berat Isi	SNI 1973-2008
	d. Kadar Air	SNI 1971-2011
	e. Kadar Lumpur	SNI 03-4142-1996
	f. Penyerapan (Absorpsi)	SNI 03-6433-2000
	Pengujian Material Kulit Kerang	
2.	Pembuatan Benda Uji / <i>Mix Desain</i>	SNI 2847-2013
3.	Pengujian Slump Beton	SNI 1972-2008
4.	Perawatan Beton (Perendaman) Selama 28 Hari	SNI 2493-2011
5.	Pengujian Kuat Tekan Beton f'_c 20 MPa	SNI 1974-2008

3.4. Variabel Penelitian

1. Variabel terikat dalam penelitian ini yaitu semen, air, batu pecah, dan *superplasticier*.
2. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah pasir dan kulit kerang

3.5. Notasi dan Jumlah Sampel

Komposisi Campuran :

Beton Normal : Batu Pecah + Pasir + Semen + Air

Variasi I : BP + P + S + A + SP

Variasi II : BP + P + S + A + KK + SP

Tabel 3.1 Variasi Benda Uji

Variasi	Batu Pecah	Semen	Pasir	Kulit Kerang	Air	SP	Jumlah Benda Uji
BN	a	b	c	-	d	-	20
BN + SP	a	b	100% c	-	d	1%b	3
BN 8 + SP	a	b	92% c	8% c	d	1&b	3
BN 8	a	b	92% c	8% c	d	-	3
BN 10 + SP	a	b	90% c	10% c	d	1%b	3
BN 10	a	b	90% c	10% c	d	-	3
BN 12 + SP	a	b	88% c	12% c	d	1%b	3
BN 12	a	b	88% c	12% c	d	-	3
Jumlah Akumulatif							41

3.6 Metode Pengujian

Analisis Spesifikasi Karakteristik Agregat

1. Agregat Kasar

Tabel 3.2 Jenis Pengujian, Spesifikasi dan SNI yang Digunakan Pada Agregat Kasar

Jenis Pengujian	Spesifikasi	SNI
Analisa Saringan	Daerah 1-4	SNI 3423 – 2008
Berat Jenis	1,6 % – 3,2 %	SNI 1969 – 2008
Penyerapan	0,2 % – 4,6 %	SNI 1969 – 2008
Berat Isi	1,4 – 1,9 gr/cm ³	SNI 1973 – 2008
Kadar Air	0,5 % - 2 %	SNI 1971 – 2011
Kadar lumpur	≤ 1 %	SNI 03 – 4142 – 1996

2. Agregat Halus

Tabel 3.2 Jenis Pengujian, Spesifikasi dan SNI yang Digunakan Pada Agregat Halus

Jenis Pengujian	Spesifikasi	SNI
Analisa Saringan	Daerah 1 - 4	SNI 3423 – 2008
Berat Jenis	1,6 % – 3,2 %	SNI 1969 – 2008
Penyerapan	0,2 % – 2 %	SNI 1969 – 2008
Berat Isi	1,4 – 1,9 gr/cm ³	SNI 1973 – 2008
Kadar Air	3 % - 5 %	SNI 1971 – 2011
Kadar lumpur	≤ 5 %	SNI 03 – 4142 – 1996

3.7 Metode Analisis

3.7.1 Pengaruh Substitusi Kulit Kerang

Pengukuran kuat tekan beton bertujuan untuk mengetahui besar kuat tekan beton yang diperoleh dari benda uji penelitian. Kuat tekan beton adalah beban yang diberikan persatuan luas, menyebabkan benda uji mulai hancur/retak jika dibebani dengan gaya tekan tertentu oleh mesin tekan. Umumnya kuat tekan beton bertambah tinggi jika bertambah umur beton. Tetapi biasanya pengetestan benda uji beton dilakukan pada umur 28 hari, karena pada umur tersebut kekuatan beton sudah dapat mewakili kekuatan beton sesungguhnya, dan kadang-kadang pengetestan benda uji dilakukan kurang dari 28 hari (7 atau 14 hari), hal ini untuk mengetahui kekuatan beton pada umur tersebut agar dapat dilanjutkan pekerjaan di atasnya lebih cepat. Kekuatan beton yang diperoleh benda uji pada umur 7 atau 14 hari dapat digunakan untuk memprediksi kekuatan beton yang sesungguhnya pada umur 28 hari atau lebih.

Dari hasil pengujian kuat tekan beton terdahulu diperoleh hasil yang bervariasi sesuai persentase substitusi kulit kerang dalam campuran beton, seperti untuk beton normal = 20,6 MPa, substitusi 5% = 26,3 MPa, mengalami kenaikan sebesar 27,7%, substitusi 10% = 23,3 MPa kenaikan 13,1% dan substitusi 15% = 19,7 MPa, penurunan sebesar 4,4% dari beton normal. Hasil penelitian Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton menunjukkan bahwa substitusi cangkang kerang 5 % menghasilkan kuat tekan beton maksimum atau mengalami kenaikan 27,7% dari beton

normal, dan substitusi 10% kuat tekan beton mengalami kenaikan 23,3 %. Hal ini menunjukkan bahwa silikadioksida (SiO_2) yang terkandung dalam kulit kerang 8,25 % dapat meningkatkan kandungan silika dalam semen pada batas optimum sehingga menghasilkan kuat tekan beton yang maksimum.

3.7.2 Pengaruh Penambahan *Superplasticizer*

Dengan menambahkan bahan tambahan diharapkan dapat memperoleh nilai kuat tekan yang lebih dari pembuatan beton dan meningkatkan kinerja beton dengan mekanis. Dengan menambahkan dan juga *superplasticizer*, pada beton normal maka akan meningkatkan kemudahan dalam pengerjaan juga mengurangi berpori pada beton sehingga beton mencapai kuat tekan yang maksimal. Nilai kuat tekan penggunaan *superplasticizer* untuk penambahan 0.8%, 1.0%, dan 1.2% secara berturut-turut meningkat sebesar 40.32%, 44.86%, dan 45.52%. Nilai maksimum kuat tekan berada pada penggunaan *superplasticizer* 1.2% untuk umur 28 hari yaitu sebesar 63.84 MPa, serta rata-rata tertinggi pada umur 28 hari ada di penggunaan 1.2% yaitu rata-rata sebesar 61.12 MPa.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian

4.1.1 Hasil Pengujian Karakteristik Agregat

Penulis telah mengadakan pengujian karakteristik terhadap material yang akan digunakan dalam pencampuran beton, dimana agregat kasar (batu pecah) dan agregat halus (pasir) bersumber dari sungai Je'neberang. Adapun hasil pengujian karakteristik agregat diuraikan sesuai tabel dibawah ini.

Tabel. 4.1 Hasil Pengujian Analisa Saringan

No. Saringan	Rata- Rata Persen Lolos (%)	
	Batu Pecah 1-2	Pasir
3/4" (19,0 mm)	100	100
1/2" (14 mm)	38,44	100
3/8" (10 mm)	12,63	100
No. 4 (4,75 mm)	6,48	100
No. 8 (2,36 mm)	2,42	99,36
No. 16 (1,18 mm)	2,39	97,59
No. 30 (0,595 mm)	2,37	68,86
No. 50 (0,297 mm)	2,21	37,28
No. 100 (0,149 mm)	1,12	8,64
No. 200 (0,074 mm)	0,35	1,26
Pan	0,21	0,25

Sumber : Hasil Pengujian

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Agregat Kasar

Jenis Pengujian	Spesifikasi	Hasil Pengujian	Keterangan
Analisa Saringan	-	Daerah 2	
Berat Jenis	1,6 % – 3,2 %	2,70 %	Memenuhi
Penyerapan	0,2 % – 4,6 %	2,52 %	Memenuhi
Berat Isi	1,4 – 1,9 gr/cm ³	1,493 gr/cm ³	Memenuhi
Kadar Air	0,5 % - 2 %	0,95 %	Memenuhi
Kadar lumpur	≤ 1 %	0,87 %	Memenuhi

Sumber : Hasil Pengujian

Tabel 4.3 Hasil pengujian Agregat Halus

Jenis Pengujian	Spesifikasi	Hasil Pengujian	Keterangan
Analisa Saringan	-	Daerah 2	
Berat Jenis	1,6 % – 3,2 %	2,29 %	Memenuhi
Penyerapan	0,2 % – 2 %	1,33 %	Memenuhi
Berat Isi	1,4 – 1,9 gr/cm ³	1,389 gr/cm ³	Memenuhi
Kadar Air	3 % - 5 %	1,24 %	Memenuhi
Kadar lumpur	≤ 5 %	1,29 %	Memenuhi

Sumber : Hasil Pengujian

Dari tabel 4.1, 4.2 dan 4.3 diatas, didapatkan hasil karakteristik dari agregat yang akan digunakan pada campuran beton, sehingga telah memenuhi syarat dan ketentuan berdasarkan standar yang telah ditetapkan, untuk selanjutnya digunakan dalam *mix design*.

4.1.2 Mix Design

Dalam perencanaan campuran beton segar, penentuan proporsinya berdasarkan dari hasil pengujian karakteristik agregat yang telah dilakukan sebelumnya untuk kemudian disesuaikan terhadap kuat tekan beton yang direncanakan sebagaimana yang dapat dilihat di dalam tabel 4.4 berikut ini.

Tabel. 4.4 Data *Mix Design*

Data	Satuan	Nilai
Faktor air semen (Fas)	Gambar 2.6	0,48
Faktor air semen maksimum	Tabel 2.7	0,60
Kadar air bebas	Kg/m ³	205
Kadar semen maksimum	Kg/m ³	427,08
Kadar agregat gabungan	Kg/m ³	1617,92
Kadar agregat halus	Kg/m ³	647,17
Kadar agregat kasar	Kg/m ³	970,75
Berat jenis gabungan	%	2,54

Sumber : Hasil Pengujian

Dari data pada tabel 4.4 diatas dapat dilanjutkan untuk melakukan perhitungan berat dan volume beton per kubik, sebagaimana yang dapat dilihat dalam tabel 4.5 berikut ini.

Tabel. 4.5 Pencampuran Beton Segar

Material	Berat/m ³ beton (kg)	Volume benda uji	Berat per 1 sampel (kg)
Air	237,20	0,0064	1,50
Semen	427,08	0,0064	2,71
Pasir	628,46	0,0064	3,99
Batu Pecah	957,26	0,0064	6,08

Sumber : Hasil Pengujian

4.1.3 Workability

Workability dalam pengujian, ditinjau dari nilai slump pada beton segar yang telah dibuat mendapatkan campuran dengan *workability* sedang. Nilai slump pada penelitian ini dapat dilihat dalam tabel 4.6 berikut ini.

Tabel. 4.6. Nilai Slump

No. Benda Uji	Slump (cm)
BN-01	8,5
BN-02	8,5
BN-03	8,5
BN-04	8,5
BN-05	8,5
BN-06	8,9
BN-07	8,9
BN-08	8,9
BN-09	8,9
BN-10	8,9
BN-11	8,2
BN-12	8,2
BN-13	8,2
BN-14	8,2
BN-15	8,2
BN-16	9,4
BN-17	9,4
BN-18	9,4
BN-19	9,4
BN-20	9,4

Sumber : Hasil Pengujian

4.1.4 Hasil Pengujian Beton Normal

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal

No. Benda Uji	Slump (cm)	Kekuatan Tekan (MPa)
BN-01	8,5	24,91
BN-02	8,5	23,78
BN-03	8,5	26,04
BN-04	8,5	22,65
BN-05	8,5	20,38
BN-06	8,9	20,38
BN-07	8,9	23,21
BN-08	8,9	26,04
BN-09	8,9	23,78
BN-10	8,9	22,08
BN-11	8,2	20,38
BN-12	8,2	20,95
BN-13	8,2	26,04
BN-14	8,2	23,21
BN-15	8,2	24,17
BN-16	9,4	24,91
BN-17	9,4	24,35
BN-18	9,4	26,61
BN-19	9,4	23,21
BN-20	9,4	23,78
Slump Rata-rata	8,75	
Kuat Tekan Rata-rata	(f_{cr})	23,54
Standar Deviasi	(S_{dev})	1,96

Sumber : Hasil Pengujian

Rumus Kuat tekan yang disyaratkan berdasarkan hasil uji kuat tekan beton dengan beberapa benda uji :

$$\begin{aligned}f_{cr} &= \frac{\sum_{i=0}^n F'c}{n} \\ &= \frac{\sum 470,88}{20} \\ &= 23,54 \text{ MPa}\end{aligned}$$

Sesuai dengan tabel 5.3.1.2 SNI 2847-2013, Sdev ditetapkan dengan :

$$\text{Sdev hasil perhitungan} = 1,96$$

$$\text{Faktor modifikasi Sdev} = 1,08$$

Sesuai dengan tabel 5.3.2.1 SNI 2847-2013 untuk $f'_{cm} \leq 35$, maka f'_{cr} :

$$\begin{aligned} f'_{cr \text{ pers (5.1)}} &= f'_c + 1,34 \times \text{Sdev} \\ &= f'_{cr} - 1,34 \times 1,96 \\ &= 20,91 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f'_{cr \text{ pers (5.2)}} &= f'_c + 2,33 \times \text{Sdev} + 3,5 \\ &= 23,54 - 2,33 \times 1,96 + 3,5 \\ &= 23,54 - 4,5668 + 3,5 \\ &= 22,47 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f'_{cm} &= \frac{f'_c}{1,08} \\ &= 20,80 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Setelah perhitungan menggunakan SNI 2847-2013 didapatkan nilai f'_{cr} tertinggi dari dua perhitungan diatas yaitu 22,47 MPa. Dari tabel 4.7 diatas, didapatkan bahwa hasil kuat tekan karakteristik (f'_{ck}) beton normal sebanyak 20 sampel diatas telah memenuhi target kuat tekan beton yang direncanakan, sehingga agregat yang digunakan pada saat beton normal dapat digunakan pula untuk campuran beton variasi.

Dari tabel diatas, juga menunjukkan bahwa target slump yang direncanakan yakni $8 \text{ cm} \pm 2$ atau antara 6 – 10 cm masih memenuhi dari setiap pengadukan beton segar yang dilakukan. Dimana pada setiap proses pengadukan diupayakan dalam konsistensi waktu yang sama dan

pengujian slump dilakukan dengan hanya sekali, serta adanya kemudahan dalam proses pemadatan beton dengan cara penusukan Hal ini menjelaskan bahwa pada Fas 0,52 dengan slump tersebut diatas, menunjukkan adanya kemudahan dalam pengerjaan beton.

4.1.5 Beton Variasi

Dalam pengujian beton variasi, setelah di dapatkan hasil pengujian kuat tekan dari beton normal dimana agregat yang digunakan memenuhi kriteria dari kuat tekan beton yang direncanakan, sehingga material dan *mix design* yang sama masih tetap digunakan pada perencanaan campuran beton variasi, dengan penambahan/subtitusi material lain diantaranya kulit kerang dan zat kimia *superplasticizer*. Adapun komposisi campuran beton variasi dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel. 4.8 Perhitungan Berat Tiap Variasi

Notasi	Batu Pecah	Pasir	Semen	Kulit Kerang	Air	SP
Berat Per 3 Benda uji	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg
BN + SP	18,26	11,99	8,15	0	4,52	0,08
BN 8 + SP	18,26	11,03	8,15	0,96	4,52	0,08
BN 8	18,26	11,03	8,15	0,96	4,52	0
BN 10 + SP	18,26	10,79	8,15	1,20	4,52	0,08
BN 10	18,26	10,79	8,15	1,20	4,52	0
BN 12 + SP	18,26	10,55	8,15	1,44	4,52	0,08
BN 12	18,26	10,55	8,15	1,44	4,52	0

Sumber : Hasil Pengujian

4.1.6 Hasil Pengujian Beton Variasi

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi

Notasi	Slump	Kuat Tekan	Target	Keterangan
	Cm	Rata-rata MPa	Benda Uji MPa	
BN + SP	-	25,67	20	Memenuhi
BN 8 + SP	-	26,42	20	Memenuhi
BN 8	7	24,72	20	Memenuhi
BN 10 + SP	-	29,44	20	Memenuhi
BN 10	9	26,23	20	Memenuhi
BN 12 + SP	-	24,16	20	Memenuhi
BN 12	9	21,89	20	Memenuhi

Sumber : Hasil Penelitian

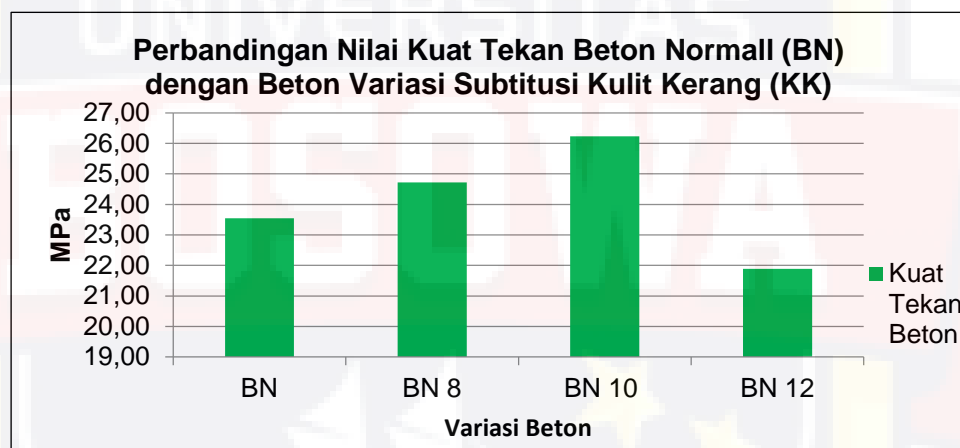
Dari tabel diatas, dapat dijelaskan bahwa target slump yang direncanakan yakni $8 \text{ cm} \pm 2$ atau antara 6 – 10 cm memenuhi dari setiap pengadukan beton segar yang dilakukan disetiap variasi.

Disisi lain, untuk mengimbangi proses pengadukan dengan adanya substitusi kulit kerang, maka penambahan *superplasticizer* juga memberi pengaruh lama waktu pengadukan menjadi lebih cepat serta mengurangi kebutuhan air. Sehingga apabila proses pengadukan tidak berlangsung lama maka kandungan udara didalamnya akan semakin sedikit. Selain itu, dengan adanya *superplasticizer* proses penggabungan campuran menjadi lebih cepat sehingga lama waktu pengadukan menjadi lebih singkat serta lebih mudah saat dituang dan dipadatkan. Dapat dikatakan bahwa semakin rendah nilai slump maka kekuatan beton akan semakin tinggi, dengan workabilitas yang tinggi.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Pengaruh Subtitusi Kulit Kerang

Pada penelitian ini, kulit kerang menjadi material substitusi pasir dengan persentase bebas 8%, 10%, 12% dari total berat pasir. Sehingga menjadi hal yang perlu diketahui pula pengaruh substitusi pasir terhadap kuat tekan beton. Berdasarkan Tabel 4.9 diatas, dapat di gambarkan grafik pengaruh beton normal terhadap substitusi kulit kerang sebagai substitusi pasir sebagai berikut :



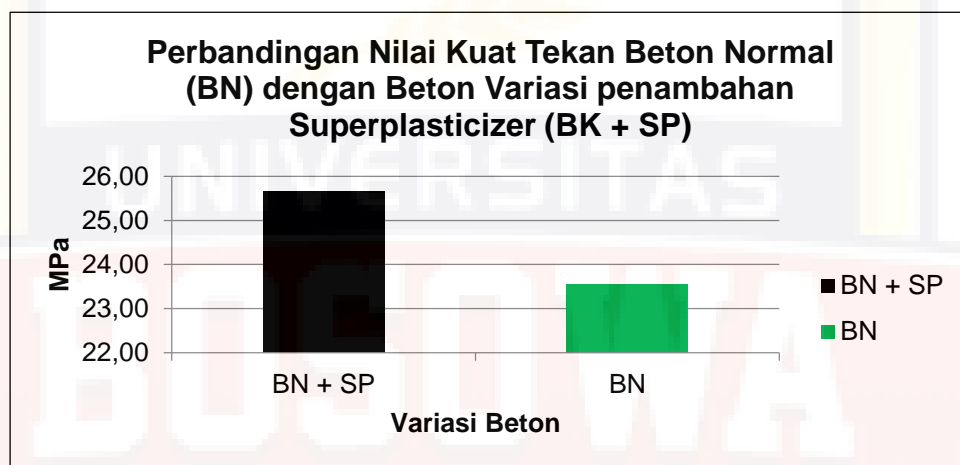
Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Beton Normal Terhadap Subtitusi Kulit Kerang

Dari hasil diatas dapat dijelaskan bahwa substitusi kulit kerang sebesar 8%, 10%, 12% terhadap jumlah agregat halus mempunyai nilai kuat tekan sebesar 24,72 MPa, 26,23 MPa, 21,89 MPa.

Hal ini dikarenakan kandungan *silika dioksida* yang terkandung dalam kulit kerang dapat meningkatkan kandungan *silika* dalam semen pada batas optimum sehingga menghasilkan kuat tekan beton yang maksimum pada substitusi kulit kerang 10%.

4.2.2 Pengaruh Penambahan Superplasticizer

Selain pengaruh kulit kerang terhadap beton normal, pada penelitian ini penting pula untuk mengetahui pengaruh penambahan *superplasticizer* terhadap kuat tekan beton normal. Berdasarkan Tabel 4.9 diatas, dapat di gambarkan grafik pengaruh beton normal terhadap penambahan *superplasticizer* sebagai berikut :



Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Beton Normal Terhadap Penambahan *Superplasticizer*

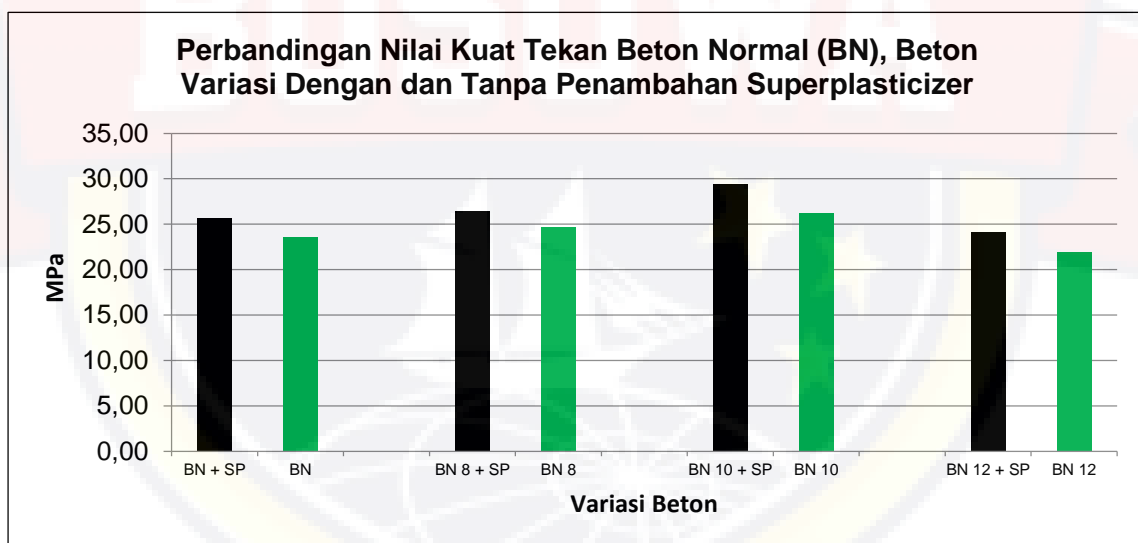
Dari hasil diatas dapat dijelaskan bahwa penambahan 1% *superplasticizer* dari berat semen pada beton normal menyebabkan peningkatan nilai kuat tekan beton sebesar 4,11% terhadap beton normal sebesar 25,27MPa sehingga masih melebihi dari target kuat tekan beton yaitu 20 MPa.

Penambahan *superplasticizer* menghasilkan beton berkualitas tinggi dengan mengurangi faktor udara semen yang merupakan faktor utama penentu mutu beton, sehingga hanya udara yang diperlukan untuk reaksi hidrasi semen saja yang digunakan.

4.2.3 Pengaruh Substitusi Kulit Kerang Terhadap Agregat Halus Dengan Penambahan *Superplasticizer*

Pada penelitian ini, yang menjadi inti permasalahan yang dibahas oleh penulis merupakan variasi substitusi kulit kerang yang digabungkan dengan penambahan *superplasticizer* dalam pembuatan beton untuk kemudian melihat dan mengetahui pengaruhnya terhadap hasil nilai kuat tekannya. Dimana kulit kerang menjadi variabel bebasnya, sedangkan *superplasticizer* sebagai variabel terikatnya.

Sehingga berdasarkan Tabel 4.9 diatas, dapat di gambarkan grafik hubungan kuat tekan beton terhadap persentase campuran kulit kerang sebagai berikut :



Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal, Beton Variasi Dengan dan Tanpa Penambahan *Superplasticizer*

Dari gambar 4.3, dapat dijelaskan bahwa nilai kuat tekan rata-rata dari 3 macam variasi substitusi kulit kerang dan 3 macam variasi kulit kerang yang ditambah *superplasticizer* didapatkan nilainya BN 8 + SP (26,42 MPa), BN 8 (24,72 MPa), BN 10 + SP (29,44 MPa), BN 10 (26,23

MPa), BN 12 + SP (24,16 MPa), BN 12 (21,89 MPa). Berdasarkan hasil nilai kuat tekan beton variasi, maka seluruh beton variasi memenuhi target yang direncanakan.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Nilai kuat tekan beton yang didapatkan sebesar BN 8 (24,72 MPa), BN 10 (26,23 MPa), BN 12 (21,89 MPa), dengan adanya penambahan *superplasticizer* pada beton kulit kerang maka akan menambah nilai kuat tekan sebesar BN 8 + SP (26,42 MPa), BN 10 + SP (29,44 MPa), BN 12 + SP (24,16 MPa).
2. Pada penelitian ini kadar maksimal substitusi kulit kerang sebesar 10% dari jumlah pasir dengan penambahan *superplasticizer* yang menghasilkan nilai kuat tekan sebesar 29,44 MPa.

5.2 Saran

1. Kulit kerang sebagai bahan substitusi pasir sebelum dihaluskan sebaiknya dibersihkan, sehingga kandungan organiknya bisa hilang atau berkurang.
2. Perlu pengolahan khusus dalam pemanfaatan limbah yang ada diantaranya limbah kulit kerang, yang dapat dimanfaatkan sebagai salah satu material bahan bangunan, sehingga mendukung pembangunan berwawasan lingkungan.
3. Dibutuhkannya penelitian lebih lanjut terkait pengaruh kulit kerang dengan variasi yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Baeha, Arutu Elkarsa. 2016 : *Pemanfaatan Limbah Genteng dan Sebagai Agregat Kasar Campuran Beton K-350 Keramik*. Jurnal Vol. 5 No. 19 Universitas Kristen Krida Wacana.
- C29/C29M-09 *Standard Test Method for Bulk Density (“Unit Weight”) and Voids in Aggregate* [Metoda Uji Standar untuk Berat Volume (“Berat Satuan”) dan Rongga dalam Agregat]
- C33/C33M-08 *Standard Specification for Concrete Aggregates* [Standar Spesifikasi untuk Agregat Beton]
- C39/C39M-09a *Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens* [Metoda Uji Standar untuk Kekuatan Tekan Spesimen Beton Silinder]
- C94/C94M-09a *Standard Specification for Ready-Mixed Concrete* [Standar Spesifikasi untuk Beton *Ready-Mix*]
- C150/C150M-09 *Standard Specification for Portland Cement* [Spesifikasi Standar untuk Semen *Portland*]
- C172-08 *Standard Practice for Sampling Freshly Mixed Concrete* [Standar Praktis untuk Pengambilan Sampel Beton yang Baru Dicampur]
- C192/C192M-07 *Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory* [Standar Praktis untuk Pembuatan dan Perawatan Spesimen Uji Beton di Laboratorium]

C494/C494M-10 *Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete* [Standar Spesifikasi untuk Bahan Campuran Tambahan Kimiawi untuk Beton]

C1017/C1017M-07 *Standard Specification for Chemical Admixtures for Use in Producing Flowing Concrete* [Standar Spesifikasi untuk Bahan Campuran Tambahan Kimiawi untuk Penggunaan dalam Menghasilkan Beton Mengalir]

Hafiz, Muhammad Ali Indra dan Septiawan. 2014 : *Pengaruh Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Kuat Tekan Beton Normal Dengan Perlakuan Tekanan Awal Pada Beton Segar*. Politeknik Negeri Sriwijaya.

Ilham, Ade. 2005 : *Pengaruh Sifat-Sifat Fisik dan Kimia Bahan Pozolan Pada Beton Kinerja Tinggi*. Jurnal Volume 13. No. 3 Edisi XXXIII. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Mulyati, Susilo Dewi, dan Very Febrianto. 2011 : *Tugas Akhir Korelasi Nilai Kuat Tekan Beton Antara Hammer Test dan Compression Test Pada Benda Uji Silinder Dan Core Drill*. Universitas Diponegoro, Semarang.

Mulyono, Tri. 2005 : *Teknologi Beton*. Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.

Nawy, Edward G. 1990 : *Beton Bertulang ; Suatu Pendekatan Dasar*. Penerbit Erlangga, Jakarta.

Nawy, Edward G. 1998 : *Beton Bertulang ; Suatu Pendekatan Dasar*. Penerbit Refika Aditama, Bandung.

Neville, A.M. 1995 : *Properties of Concrete*. Fourth and Final Edition, Longman Group Limited, Harlow Essex, England.

Nugraha, Paul dan Antoni. 2007 : *Teknologi Beton*. Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.

Parrot, L.J. 1998 : *A Literature Review of High Strength Concrete Properties*. British Cement Association, Slough, England.

Porsepewandi, W. 1998 : *Pengaruh pH Larutan Perendaman Terhadap Penurunan Kandungan Hg dan Mutu Kerang Hijau*. Fakultas Perikanan dan Kelautan Institut Pertanian Bogor.

Putra, A. Agung Fadhillah. 2015 : *Karakteristik Beton Ringan Dengan Bahan Pengisi Styrofoam*. Universitas Hasanuddin, Makassar.

Samekto, Wuryati. 2001 : *Teknologi Beton*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.

Siregar, Shinta Marito. 2009 : *Pemanfaatan Kulit Kerang dan Resin Epoksi Terhadap Karakteristik Beton Polimer*. Universitas Sumatera Utara.

SNI 03-2847-2000 : *Tata Cara Pembuatan Rencana Beton Normal*.

SNI 2847-2013 : *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*.

Suparjo. 2003 : *Pemanfaatan Serat Bambu Untuk Dinding Beton Ringan Tanpa Pasir Pracetak Tulangan Bambu*. Lembaga Penelitian Institut Teknologi Surabaya.

Supriani, Fepy. 2013 : *Pengaruh Umur Beton Terhadap Kuat Tekan Beton Akibat Penambahan Abu Cangkang Lokan*. Universitas Bengkulu.

Syapoetri, Adi Nelvia. 2013 : *Pemanfaatan Abu Kulit Kerang (Anadara Grandis) Untuk Pembuatan Ekosemen*. Jurnal Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Riau, Pekanbaru.

Wijoyo, Joko Hadinoto, dkk. 2013 : *Kuat Tekan dan Tarik Belah Beton Menggunakan Bahan Dengan Prinsip 3r (Reduce, Reuse, And Recycle)*. Jurnal Teknik Sipil Vol. I No. 1. Universitas Sebelas Maret.

Zai, Krisman Aprieli : *Pengaruh Penambahan Silica Fume dan Superplasticizer Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Dengan Metode ACI (American Concrete Institute)*. Universitas Sumatera Utara.

BOSOWA



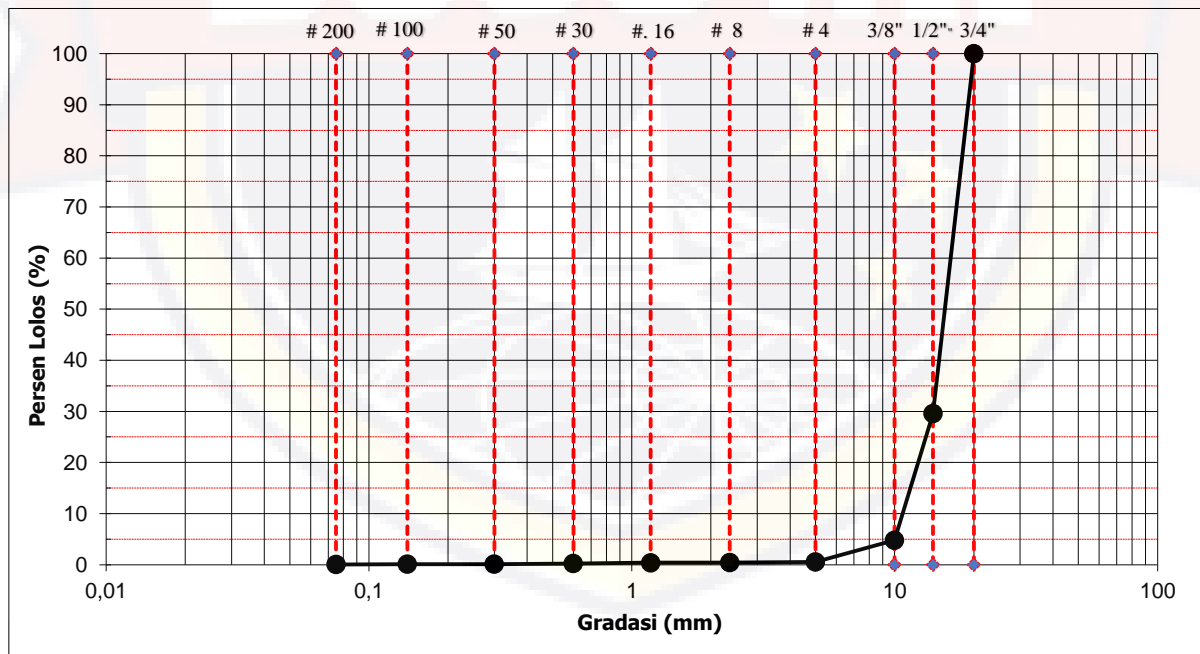
LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BOSOWA

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR

Material : Batu Pecah 1-2 cm
Tanggal : 02-03 Desember 2018

Nama : Wirawan Kusuma Umar
Pembimbing :
1. Ir. H. Syahrul Sariman, MT.
2. Dr. Hijriah, ST., MT.

Saringan No	Total : 2000			Total : 2000			Rata-rata
	Sampel	1		Sampel	2		%
	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Lolos
3/4"	0,00	0,00	100,00	27,60	0,00	100,00	100,00
1/2"	1221,90	61,10	38,91	1240,60	62,03	37,97	38,44
3/8"	1750,30	87,52	12,49	1744,40	87,22	12,78	12,63
No. 4	1878,30	93,92	6,09	1862,70	93,14	6,86	6,48
No. 8	1953,90	97,70	2,30	1949,30	97,47	2,54	2,42
No. 16	1954,60	97,73	2,27	1949,90	97,50	2,51	2,39
No. 30	1954,80	97,74	2,26	1950,30	97,52	2,49	2,37
No. 50	1957,90	97,90	2,10	1953,70	97,69	2,32	2,21
No. 100	1977,90	98,90	1,11	1977,50	98,88	1,13	1,12
No. 200	1991,40	99,57	0,43	1994,40	99,72	0,28	0,35
Pan	1994,40	99,72	0,28	1997,10	99,86	0,15	0,21



Mengetahui :
Koordinator Asisten

(Marlina Alwi, ST.)

Mahasiswa

(Wirawan Kusuma Umar)



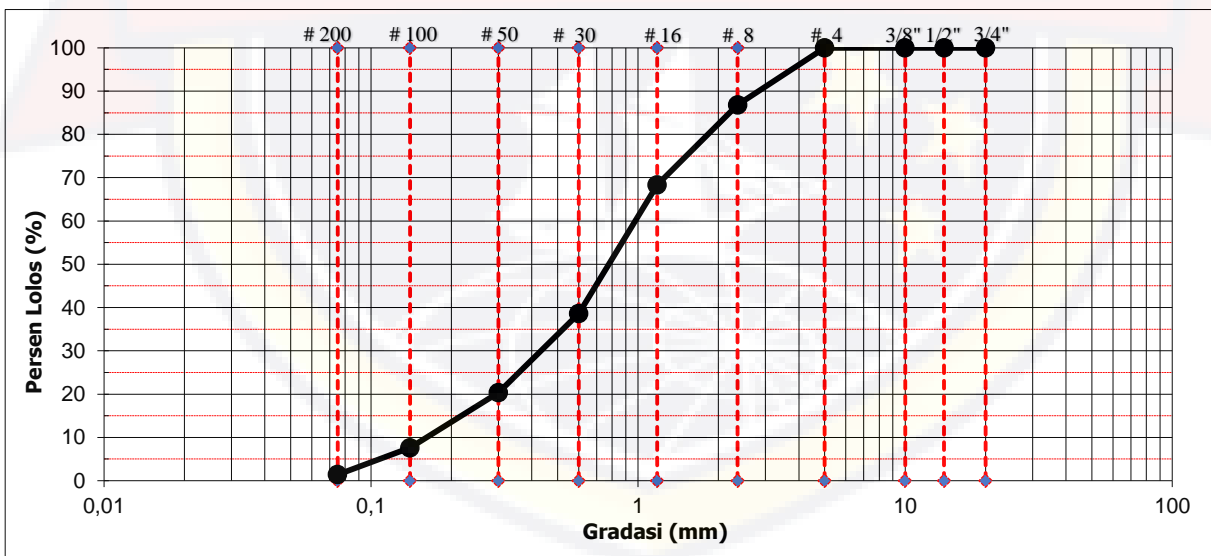
LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS

Material : Pasir
 Tanggal : 02-03 Desember 2018

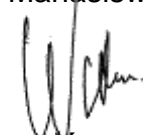
Nama : Wirawan Kusuma Umar
 Pembimbing :
 1. Ir. H. Syahrul Sariman, MT.
 2. Dr. Hijriah, ST., MT.

Saringan No	Total : 2000			Total : 2000			Rata-rata
	Sampel	1		Sampel	2		%
	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Lolos
3/4"	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	100,00
1/2"	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	100,00
3/8"	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	100,00
No. 4	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	100,00
No. 8	15,00	0,75	99,25	10,60	0,53	99,47	99,36
No. 16'	44,30	2,22	97,79	52,20	2,61	97,39	97,59
No. 30	297,80	14,89	85,11	948,00	47,40	52,60	68,86
No. 50	1082,90	54,15	45,86	1425,80	71,29	28,71	37,28
No. 100	1762,10	88,11	11,90	1892,40	94,62	5,38	8,64
No. 200	1967,60	98,38	1,62	1982,00	99,10	0,90	1,26
Pan	1994,50	99,73	0,28	1995,70	99,79	0,22	0,25



Mengetahui :
 Koordinator Asisten

(Marlina Alwi, ST.)

Mahasiswa

(Wirawan Kusuma Umar)



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT KASAR
(SNI 1969 : 2008)

Material : Batu Pecah 1-2 cm
Tanggal : 05-06 Desember 2018

Nama : Wirawan Kusuma Umar
Pembimbing :
1. Ir. H. Syahrul Sariman, MT.
2. Dr. Hijriah, ST., MT.

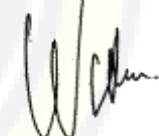
		A	B	Rata-Rata
Berat Benda Uji Kering Oven	B_k	1950,20	1962,30	1956,25
Berat Benda Uji Kering - Permukaan Jenuh	B_j	1999,20	2011,70	2005,45
Berat Benda Uji dalam Air	B_a	1265,00	1298,00	1281,50

		A	B	Rata-Rata
Berat Jenis (Bulk)	$\frac{B_k}{B_j - B_a}$	2,66	2,75	2,70
Berat Jenis Kering - Permukaan Jenuh	$\frac{B_j}{B_j - B_a}$	2,72	2,82	2,77
Berat Jenis Semu (Apparent)	$\frac{B_k}{B_k - B_a}$	2,85	2,95	2,90
Penyerapan (Absorption)	$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$	2,51	2,52	2,52

Mengetahui :
Koordinator Asisten


(Marlina Alwi, ST.)

Mahasiswa


(Wirawan Kusuma Umar)



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT HALUS
(SNI 1970 : 2008)

Material : Pasir
Tanggal : 06-07 Desember 2018


Nama : Wirawan Kusuma Umar
Pembimbing :
1. Ir. H. Syahrul Sariman, MT.
2. Dr. Hijriah, ST., MT.

	A	B	Rata - rata
Berat benda uji kering - permukaan jenuh	500,00	500,00	500,00
Berat benda uji kering oven B_k	463,40	464,90	464,15
Berat Piknometer diisi air (25°C) B	668,10	670,70	669,40
Berat piknometer + benda uji (SSD) + air B_t	964,90	968,30	966,60

	A	B	Rata - rata
Berat jenis (Bulk) $\frac{B_k}{(B + 500 - B_t)}$	2,28	2,30	2,29
Berat jenis kering - permukaan jenuh $\frac{500}{(B + 500 - B_t)}$	2,46	2,47	2,47
Berat jenis semu (Apparent) $\frac{B_k}{(B + B_k - B_t)}$	2,78	2,78	2,78
Penyerapan (Absorption) $\frac{(500 - B_k)}{B_k} \times 100\%$	7,90	7,55	7,72

Mengetahui :
Koordinator Asisten

(Marlina Alwi, ST.)

Mahasiswa

(Wirawan Kusuma Umar)



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BOSOWA

PEMERIKSAAN BERAT ISI AGREGAT KASAR (SNI 1973 : 2008)

Material : Batu Pecah 1-2 cm
Tanggal : 03-04 Desember 2018

Nama : Wirawan Kusuma Umar
Pembimbing :

1. Ir. H. Syahrul Sariman, MT.
2. Dr. Hijriah, ST., MT.

Lepas

Nomor Benda Uji	I	II
Berat Container (A) (gr)	7490	7490
Berat Container + Agregat (B) (gr)	12067	12010
Berat Agregat (C) = (B) - (A) (gr)	4577	4520
Volume Container (D) (cm ³)	3046,96	3046,96
Berat Isi Agregat = $\frac{(C)}{(D)}$ (gr/cm ³)	1,502	1,483
Berat Isi Rata-rata Agregat	1,493	


Padat

Nomor Benda Uji	I	II
Berat Container (A) (gr)	7490	7490
Berat Container + Agregat (B) (gr)	12365	12400
Berat Agregat (C) = (B) - (A) (gr)	4875	4910
Volume Container (D) (cm ³)	3046,96	3046,96
Berat Isi Agregat = $\frac{(C)}{(D)}$ (gr/cm ³)	1,600	1,611
Berat Isi Rata-rata Agregat	1,606	

Mengetahui :
Koordinator Asisten


(**Marlina Alwi, ST.**)

Mahasiswa


(**Wirawan Kusuma Umar**)



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

PEMERIKSAAN BERAT ISI AGREGAT HALUS
(PB - 0203 - 76 / SNI 1973 : 2008)

Material : Pasir Nama : Wirawan Kusuma Umar
Tanggal : 05-06 Desember 2018 Pembimbing :
1. Ir. H. Syahrul Sariman, MT.
2. Dr. Hijriah, ST., MT.

Lepas

Nomor Benda Uji		I	II
Berat Container (A)	(gr)	7490	7490
Berat Container + Agregat (B)	(gr)	10784	10835
Berat Agregat (C) = (B) - (A)	(gr)	3294	3345
Volume Container (D)	(cm ³)	3046,96	3046,96
Berat Isi Agregat = $\frac{(C)}{(D)}$ (gr/cm ³)		1,081	1,098
Berat Isi Rata-rata Agregat		1,089	

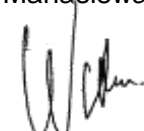
Padat

Nomor Benda Uji		I	II
Berat Container (A)	(gr)	7490	7490
Berat Container + Agregat (B)	(gr)	11790	11655
Berat Agregat (C) = (B) - (A)	(gr)	4300	4165
Volume Container (D)	(cm ³)	3046,96	3046,96
Berat Isi Agregat = $\frac{(C)}{(D)}$ (gr/cm ³)		1,411	1,367
Berat Isi Rata-rata Agregat		1,389	

Mengetahui :
Koordinator Asisten


(Marlina Alwi, ST.)

Mahasiswa


(Wirawan Kusuma Umar)



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

**PEMERIKSAAN KADAR AIR AGREGAT KASAR
(SNI 1965 : 2008)**

Material : Batu Pecah 1-2 cm
Tanggal : 06-07 Desember 2018

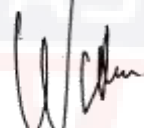
Nama : Wirawan Kusuma Umar
Pembimbing :
1. Ir. H. Syahrul Sariman, MT.
2. Dr. Hijriah, ST., MT.

			I	II
Berat benda uji	gram	A	2000	2000
Berat benda uji kering oven	gram	B	1909	1916,5
Berat Air	gram	C (A - B)	91	83,5
Kadar Air	%	(C/A)*100	4,55	4,18
Kadar Air Rata- rata		%	4,36	

Mengetahui :
Koordinator Asisten


(Mariina Alwi, ST.)

Mahasiswa


(Wirawan Kusuma Umar)



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

**PEMERIKSAAN KADAR AIR AGREGAT HALUS
(SNI 1965 : 2008)**

Material : Pasir
Tanggal : 07-08 Desember 2018

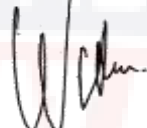
Nama : Wirawan Kusuma Umar
Pembimbing :
1. Ir. H. Syahrul Sariman, MT,
2. Dr. Hijriah, ST., MT.

			I	II
Berat benda uji	gram	A	1000	1000
Berat benda uji kering oven	gram	B	876,6	875,1
Berat Air	gram	C (A - B)	123,4	124,9
Kadar Air	%	$(C/A)*100$	12,34	12,49
Kadar Air Rata- rata		%	12,42	

Mengetahui :
Koordinator Asisten


(Marlina Alwi, ST.)

Mahasiswa


(Wirawan Kusuma Umar)



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BOSOWA

PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR AGREGAT KASAR

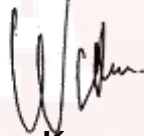
Material : Batu Pecah 1-2 cm
Tanggal : 06-07 Desember 2018

Nama : Wirawan Kusuma Umar
Pembimbing :
1. Ir. H. Syahrul Sariman, MT.
2. Dr. Hijriah, ST., MT.

			I	II
Berat benda uji sebelum dicuci	gram	A	2000	2000,1
Berat benda uji setelah dicuci	gram	B	1936	1924,9
Berat Lumpur	gram	C (A - B)	64	75,2
Kadar Lumpur	%	(C/A)*100	3,20	3,76
Kadar Lumpur Rata- rata	%		3,48	

Mengetahui :
Koordinator Asisten

(**Marina Alwi, ST.**)

Mahasiswa

(**Wirawan Kusuma Umar**)



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR AGREGAT HALUS

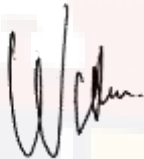
Material : Pasir
Tanggal : 06-07 Desember 2018

Nama : Wirawan Kusuma Umar
Pembimbing :
1. Ir. H. Syahrul Sariman, MT.
2. Dr. Hijriah, ST., MT.

			I	II
Berat benda uji sebelum dicuci	gram	A	1500	1500
Berat benda uji setelah dicuci	gram	B	1400,1	1390,9
Berat Lumpur	gram	C (A - B)	99,9	109,1
Kadar Lumpur	%	(C/A)*100	6,66	7,27
Kadar Lumpur Rata- rata	%		6,97	

Mengetahui :
Koordinator Asisten

(Marlina Alwi, ST.)

Mahasiswa

(Wirawan Kusuma Umar)



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

REKAPITULASI HASIL PENGAMATAN

NO.	KARAKTERISTIK AGREGAT	INTERVAL	HASIL PENGAMATAN	KETERANGAN
1	Kadar Lumpur	0,2% - 6%		
	A. Agregat Kasar		3,48%	
	B. Agregat Halus		6,97%	
3	Kadar Air	3% - 5%		
	A. Agregat Kasar		4,36%	
	B. Agregat Halus		12,42%	
4	Berat Isi	1,4 - 1,9 gr/cm ³		
	A. Agregat Kasar			
	- Lepas		1,493	
	- Padat		1,389	
	B. Agregat Halus			
	- Lepas		1,089	
- Padat	1,389			
5	Absorpsi	0,2% - 2%		
	A. Agregat Kasar		2,52%	
	B. Agregat Halus		7,72%	

Mengetahui :
Kepala Lab. Struktur dan Bahan

(Eka Yuniarto, ST., MT.)

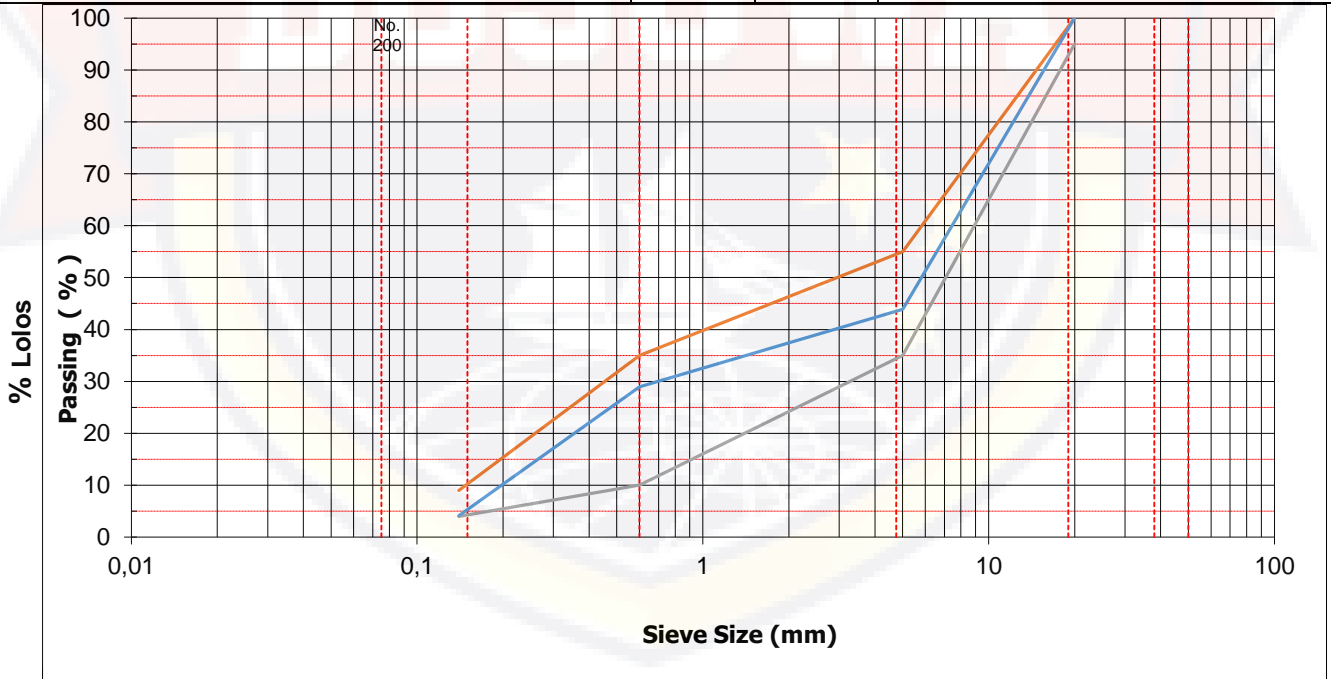


LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

COMBINED AGGREGATE GRADING

ASTM SIEVE SIZE	AGGREGATE GRADING (AVERAGE)				COMBINED AGGREGATE GRADING BETON (Maksimum Nominal 20 mm)			SPEC	AGG. SURFACE FACTOR
	a	b	c	d	I	II	III		
3/4	100,0	100,0			100	0		95-100	
1/2	38,4	100,0			63,0625			-	
3/8	12,6	100,0			47,5795			-	
No. 4	6,48	100,0			43,885	0		35-55	
No.8	2,42	99,36			41,196			-	
No.16	2,39	97,59			40,4675			-	
No. 30	2,37	68,86			28,9655	0		10-35	
No.50	2,21	37,28			16,239			-	
No. 100	1,12	8,64			4,124	0		4-9	
No. 200	0,35	1,26			0,717	0			

AGGREGATE	a. Batu Pecah 1-2	60		
BLENDING RATIO	b. Pasir	40		
(% BY WEIGHT OF TOTAL AGGREGATE)	total			
TOTAL AGGREGATE SURFACE AREA				
(M ² / KG)				





LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN

JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS BOSOWA

MIX DESAIN

8.4 Analisa Data

Data :

Slump	=	8±2	cm	
Kuat tekan yang disyaratkan (Silinder)	=	20	MPa	
Deviasi Standar (Sr)	=	-	kg/cm ²	
Nilai Tambah (Margin)	=	7	MPa	Tabel 5.3.2.2 SNI 2847-2013
Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	=	27	kg/cm ²	
Faktor Air Semen Bebas (Fas)	=	0,48	(Grafik)	
Faktor Air Semen Maksimum	=	0,60	(Tabel)	
Kadar Air Bebas	=	205	kg/m ³	
Kadar Semen Maksimum	=	427,08	kg/m ³	
Kadar Semen Minimum	=	275	(Tabel)	
Berat Isi Beton	=	2250	(Grafik)	
Kadar Agregat Gabungan	=	1617,92	kg/m ³	
Kadar Agregat Halus	=	647,17	kg/m ³	
Kadar Agregat Kasar	=	970,75	kg/m ³	
Berat Jenis Gabungan	=	2,54	%	

a. Menentukan deviasi standar

Berdasarkan nilai kuat tekan yang disyaratkan yaitu 250 kg/cm² (silinder), maka :

$$\text{Deviasi standar (Sr)} = - \text{ kg/cm}^2 = - \text{ MPa} > 4 \text{ MPa}$$

b. Menghitung nilai tambah (margin)

Jika $Sr \leq 4 \text{ MPa}$ maka $M = 1,64 \times Sr$, dan Jika $Sr \geq 4 \text{ MPa}$ maka $M = 2,64 \times Sr - 4 \text{ MPa}$

$M =$ Diambil dari nilai Tabel 5.3.3.2.2 SNI 2847-2013 : penentuan kekuatan tekan rata-rata jika data tidak tersedia di lapangan untuk menetapkan deviasi standar

c. Menghitung kuat tekan rata-rata

$$f'_{c_r} = f'_c + M$$

$$f'_{c_r} = 20 + 7,00 = 27,00 \text{ MPa}$$

d. Penetapan Faktor Air Semen

Besar faktor air semen (fas) diambil dari grafik

- berdasarkan kuat tekan rata-rata (f'_{c_r}) = 0,48 (berdasarkan grafik korelasi fas dan f'_{c_r})

d. Penetapan kadar air bebas

Berdasarkan nilai slump 60-80 mm dan f maksimum agregat 20 mm, maka diperoleh :

$$\text{Kadar air bebas alami (Wf)} = 195 \text{ kg/m}^3 \text{ beton}$$

$$\text{Kadar air bebas bt. pecah (Wc)} = 225 \text{ kg/m}^3 \text{ beton}$$

$$\text{Kadar air bebas} = (2/3 \times Wf) + (1/3 \times Wc)$$

$$= (2/3 \times 195) + (1/3 \times 225)$$

$$= 205 \text{ kg/m}^3 \text{ beton}$$

e. Penetapan kadar semen

$$\begin{aligned} \text{Kadar semen Maks} &= \frac{\text{Kadar air bebas (Wf)}}{\text{Faktor air semen (fas)}} = \frac{205}{0,48} = 427,08 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Kadar semen minimum} &= 275 \text{ kg/m}^3 \text{ beton} \quad (\text{diperoleh dari tabel}) \\ \text{Faktor air semen Maksimum} &= 0,6 \end{aligned}$$

f. Berat jenis gabungan agregat

$$\begin{aligned} \text{Bj. Gabungan} &= a \cdot \text{Bj. Spesifik SSD pasir} + b \cdot \text{Bj. Spesifik SSD kerikil} \\ \text{Bj. Gabungan} &= 0,40 \times 2,29 + 0,60 \times 2,70 = 2,54 \end{aligned}$$

g. Berat volume beton segar

Berdasarkan nilai bj. Gabungan 2,54 dan kadar air bebas 205 kg/m³ (grafik), maka diperoleh :
 Berat volume beton segar = 2250 kg/m³

h. Berat total agregat (pasir+kerikil)

$$\begin{aligned} \text{Berat total agregat} &= \text{Berat Volume Beton Segar} - \text{Kadar Air Bebas} - \text{Kasar Semen Maksimum} \\ \text{Berat total agregat} &= 2250 - 205,00 - 427,08 = 1617,92 \text{ kg/m}^3 \text{ beton} \end{aligned}$$

i. Berat masing-masing agregat

$$\begin{aligned} \text{Berat pasir} &= 40\% \times 1617,92 = 647,17 \text{ kg/m}^3 \text{ beton} \\ \text{Berat kerikil} &= 60\% \times 1617,92 = 970,75 \text{ kg/m}^3 \text{ beton} \\ \hline \text{Jumlah} &= 1617,92 \text{ kg/m}^3 \text{ beton} \end{aligned}$$

j. Hasil mix design SSD karakteristik agregat

Sebelum Koreksi		Sesudah Koreksi (Untuk semen, tidak dikoreksi)	
Air (Wa)	= 205,00 kg/m ³	Air (Wa)	= 237,20 kg/m ³
Semen (Ws)	= 427,08 kg/m ³	Semen (Ws)	= 427,08 kg/m ³
Pasir (B _{SSDp})	= 647,17 kg/m ³	Pasir (B _{SSDp})	= 628,46 kg/m ³
Kerikil (B _{SSDk})	= 970,75 kg/m ³	Kerikil (B _{SSDk})	= 957,26 kg/m ³
Jumlah	= 2250,00 kg/m ³	Jumlah	= 2250,00 kg/m ³

k. Koreksi campuran beton untuk pelaksanaan

$$\begin{aligned} \text{Koreksi Air} &= \text{Jumlah Air} - (\text{Kadar Air Pasir} - \text{Absorpsi Pasir}) \times (\text{Jumlah Pasir}/100) \\ &\quad - (\text{Kadar Air Kerikil} - \text{Absorpsi Kerikil}) \times (\text{Jumlah Kerikil} / 100) \\ &= 205 - (1,44 - 4,33) \times (647,17/100) - (0,95 - 2,34) \times (970,75/100) \\ &= 237,20 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Koreksi Pasir} &= \text{Jumlah Pasir} + (\text{Kadar Air Pasir} - \text{Absorpsi Pasir}) \times (\text{Jumlah Pasir}/100) \\ &= 647,17 + (1,44 - 4,33) \times (647,17/100) = 628,46 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Koreksi Kerikil} &= \text{Jumlah Kerikil} + (\text{Kadar Air Kerikil} - \text{Absorpsi Kerikil}) : (\text{Jumlah Kerikil} / 100) \\ &= 970,75 + (0,95 - 2,34) \times (970,75/100) = 957,26 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Perencanaan mix design adalah sebagai berikut :

Perhitungan Volume Benda Uji

Silinder 15 cm x 30 cm

$$V = 1/4 \times \pi \times D^2 \times t$$

$$V = 1/4 \times 3,14 \times (0,15)^2 \times 0,3$$

$$V = 0,00530 \quad (\text{Untuk 1 Benda Uji})$$

$$V = 0,00530 \times 5 \times 1,2$$

$$V = 0,0318 \quad (\text{Untuk 3 Benda Uji})$$

Dimana 1,2 adalah Faktor Korekso kehilangan

BAHAN BETON	BERAT/M ³ BETON (kg)	VOLUME BENDA UJI	BERAT UTK 5 SAMPEL (kg)
Air	237,20	0,0318	7,54
Semen	427,08	0,0318	13,58
Pasir	628,46	0,0318	19,98
Kerikil	957,26	0,0318	30,43



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

MIX DESIGN

8.4 Analisa Data

Data :

Slump	=	8±2	cm	
Kuat tekan yang disyaratkan (Silinder)	=	200	kg/cm ²	
Deviasi Standar (Sr)	=	24,5	kg/cm ²	
Nilai Tambah (Margin)	=	83	kg/cm ²	Tabel 5.3.2.2 SNI 2847-2013
Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	=	283	kg/cm ²	
Faktor Air Semen Bebas (Fas)	=	0,48	(Grafik)	
Faktor Air Semen Maksimum	=	0,60	(Tabel)	
Kadar Air Bebas	=	205	kg/m ³	
Kadar Semen Maksimum	=	427,08	kg/m ³	
Kadar Semen Minimum	=	275	(Tabel)	
Berat Isi Beton	=	2250	(Grafik)	
Kadar Agregat Gabungan	=	1617,92	kg/m ³	
Kadar Agregat Halus	=	647,17	kg/m ³	
Kadar Agregat Kasar	=	970,75	kg/m ³	
Berat Jenis Gabungan (Pasir + Batu Pecah)	=	2,54	%	
Bulk Density Abu Ampas Tebu	=	0,125	gr/cm ³	(Handbook of Cane Sugar Engineering, 1986; Jurnal Adi Wiyono)

Perencanaan mix design adalah sebagai berikut :

BAHAN BETON	BERAT/M ³ BETON (kg)	VOLUME BENDA UJI	BERAT UNTUK 3 SAMPEL (kg)
Air	237,20	0,0191	4,52
Semen	427,08	0,0191	8,15
Pasir	628,46	0,0191	11,99
B. Pecah	957,26	0,0191	18,26

Perhitungan Volume Benda Uji

Silinder 15 cm x 30 cm

$$V = 1/4 \times \pi \times D^2 \times t$$

$$V = 1/4 \times 3,14 \times (0,15)^2 \times 0,3$$

$$V = 0,00530 \quad (\text{Untuk 1 Benda Uji})$$

$$V = 0,00530 \times 3 \times 1,2$$

$$V = 0,0191 \quad (\text{Untuk 3 Benda Uji})$$

Dimana 1,2 adalah Faktor Koreksi kehilangan

PROPORSI CAMPURAN	PASIR	BATU PECAH	SEMEN	KULIT KERANG		AIR	SUPERPALSTICIZER	JUMLAH
Kg	Kg	Kg	Kg	Kg		Kg	Kg	
BN	79,92	121,73	54,3	-		30,16	-	20
BN + SP	11,99	18,26	8,15	-		4,52	0,08	3
BN 8 + SP	11,03	18,26	8,15	0,96		4,52	0,08	3
BN 8	11,03	18,26	8,15	0,96		4,52	-	3
BN 10 + SP	10,79	18,26	8,15	1,20		4,52	0,08	3
BN 10	10,79	18,26	8,15	1,20		4,52		3
BN 12 + SP	10,55	18,26	8,15	1,44		4,52	0,08	3
BN 12	10,55	18,26	8,15	1,44		4,52		3
Total Jumlah Sampel =								41

PROPORSI CAMPURAN	PASIR	BATU PECAH	SEMEN	KULIT KERANG		AIR	SUPERPALSTICIZER	JUMLAH
Kg	Kg	Kg	Kg	Kg		Kg	Kg	
BN	4,00	6,09	2,7	-		1,51	-	1
BN + SP	4,00	6,09	2,72	-		1,51	0,03	1
BN 8 + SP	3,68	6,09	2,72	0,32		1,51	0,03	1
BN 8	3,68	6,09	2,72	0,32		1,51	-	1
BN 10 + SP	3,60	6,09	2,72	0,32		1,51	0,03	1
BN 10	3,60	6,09	2,72	0,32		1,51		1
BN 12 + SP	3,52	6,09	2,72	0,32		1,51	0,03	1
BN 12	3,52	6,09	2,72	0,32		1,51		1

KEKUATAN TEKAN BETON (SILINDER)
(f'c 20 MPa)

Tanggal Perendaman : 12 Januari 2019

Tanggal Tes

: 08 Februari 2019

No. Benda Uji	Tanggal Pembuatan	Perbandingan Campuran	Slump	Berat Kering	Diameter	Tinggi	Luas Penampang	Berat Isi	Umur	Beban Maksimum	Kekuatan Tekan	Target Benda Uji Silinder	Lokasi
		S : P : K	cm	Kg	cm	cm	cm ²	Kg/cm ³	Hari	KN	MPa	MPa	
1	10-Jan-19	1 : 1,5 : 2,2	8,5	11915	15	30	176,625	2220	28	440	24,91	20	Labrotarorium Struktur dan Bahan Jurusan Sipil Fakultas Teknik Univ. Bosowa
2	10-Jan-19	1 : 1,5 : 2,2	8,5	11770	15	30	176,625	2220	28	420	23,78	20	
3	10-Jan-19	1 : 1,5 : 2,2	8,5	11947	15	30	176,625	2220	28	460	26,04	20	
4	10-Jan-19	1 : 1,5 : 2,2	8,5	12110	15	30	176,625	2220	28	400	22,65	20	
5	10-Jan-19	1 : 1,5 : 2,2	8,5	12030	15	30	176,625	2220	28	360	20,38	20	
6	10-Jan-19	1 : 1,5 : 2,2	8,9	11848	15	30	176,625	2220	28	360	20,38	20	
7	10-Jan-19	1 : 1,5 : 2,2	8,9	12090	15	30	176,625	2220	28	410	23,21	20	
8	10-Jan-19	1 : 1,5 : 2,2	8,9	11980	15	30	176,625	2220	28	460	26,04	20	
9	10-Jan-19	1 : 1,5 : 2,2	8,9	12015	15	30	176,625	2220	28	420	23,78	20	
10	10-Jan-19	1 : 1,5 : 2,2	8,9	11788	15	30	176,625	2220	28	390	22,08	20	
11	11-Jan-19	1 : 1,5 : 2,2	8,2	12005	15	30	176,625	2220	28	360	20,38	20	
12	11-Jan-19	1 : 1,5 : 2,2	8,2	11860	15	30	176,625	2220	28	370	20,95	20	
13	11-Jan-19	1 : 1,5 : 2,2	8,2	11230	15	30	176,625	2220	28	460	26,04	20	
14	11-Jan-19	1 : 1,5 : 2,2	8,2	12110	15	30	176,625	2220	28	410	23,21	20	
15	11-Jan-19	1 : 1,5 : 2,2	8,2	11860	15	30	176,625	2220	28	470	24,17	20	
16	11-Jan-19	1 : 1,5 : 2,2	9,4	11980	15	30	176,625	2220	28	440	24,91	20	
17	11-Jan-19	1 : 1,5 : 2,2	9,4	11860	15	30	176,625	2220	28	430	24,35	20	
18	11-Jan-19	1 : 1,5 : 2,2	9,4	11928	15	30	176,625	2220	28	470	26,61	20	
19	11-Jan-19	1 : 1,5 : 2,2	9,4	11912	15	30	176,625	2220	28	410	23,21	20	
20	11-Jan-19	1 : 1,5 : 2,2	9,4	12025	15	30	176,625	2220	28	420	23,78	20	
Rata-rata (f'cr)											23,54		

$$f'c = f'c + 1,34 \times Sdev$$

$$= f'cr - 1,34 \times 1,96$$

$$= 20,91 \text{ MPa}$$

$$Sdev = 1,96$$

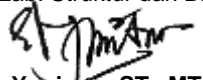
$$f'c = f'c + 2,33 \times Sdev + 3,5$$

$$= 23,54 - 2,33 \times 1,96 + 3,5$$

$$= 23,54 - 4,5668 + 3,5$$

$$= 22,47 \text{ MPa}$$

Mengetahui :
Kepala Lab. Struktur dan Bahan


(Eka Yuniarto, ST., MT.)

KEKUATAN TEKAN BETON (SILINDER)
(f'c 20 MPa)

Tanggal Perendaman : 9 April 2019

Tanggal Tes : 10 Mei 2019

No. Benda Uji	Tanggal Pembuatan	Jenis Variasi	Slump	Berat Kering	Diameter	Tinggi	Luas Penampang	Berat Isi	Umur	Beban Maks.	Kekuatan Tekan	Kuat tekan rata-rata	Target	Keterangan	
													MPa		
		S : P : K	cm	Kg	cm	cm	cm ²	Kg/cm ²	Hari	Kg	Mpa	MPa			
1	05-Apr-19	BN + SP		12020	15	30	176,625	2250	28	440,00	24,91	25,67	>	20	Memenuhi
2				12080	15	30	176,625	2250	28	470,00	26,61				
3				11830	15	30	176,625	2250	28	450,00	25,48				
4	05-Apr-19	BN 8 + SP		12090	15	30	176,625	2250	28	490,00	27,74	26,42	>	20	Memenuhi
5				12020	15	30	176,625	2250	28	470,00	26,61				
6				12190	15	30	176,625	2250	28	440,00	24,91				
7	05-Apr-19	BN 8	7	11710	15	30	176,625	2250	28	440,00	24,91	24,72	>	20	Memenuhi
8				11720	15	30	176,625	2250	28	420,00	23,78				
9				11720	15	30	176,625	2250	28	450,00	25,48				
10	05-Apr-19	BN 10 + SP		12430	15	30	176,625	2250	28	520,00	29,44	29,44	>	20	Memenuhi
11				12610	15	30	176,625	2250	28	530,00	30,01				
12				12560	15	30	176,625	2250	28	510,00	28,87				
13	06-Apr-19	BN 10	9	12150	15	30	176,625	2250	28	460,00	26,04	26,23	>	20	Memenuhi
14				12150	15	30	176,625	2250	28	480,00	27,18				
15				12080	15	30	176,625	2250	28	450,00	25,48				
16	06-Apr-19	BN 12 + SP		12250	15	30	176,625	2250	28	420,00	23,78	24,16	>	20	Memenuhi
17				12290	15	30	176,625	2250	28	440,00	24,91				
18				12370	15	30	176,625	2250	28	420,00	23,78				
19	06-Apr-19	BN 12	9	11950	15	30	176,625	2250	28	410,00	23,21	21,89	>	20	Memenuhi
20				11920	15	30	176,625	2250	28	370,00	20,95				
21				11920	15	30	176,625	2250	28	380,00	21,51				

Mengetahui :
Kepala Lab. Struktur dan Bahan

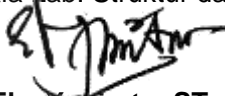

(Eka Yuniarto, ST., MT.)

FOTO – FOTO PRAKTIKUM



Gambar 1. *Penimbangan Material*



Gambar 2. *Pengujian Analisa Saringan*



Gambar 3. *Pengambilan Sampel Agregat Halus Untuk Percobaan Analisa Saringan*



Gambar 4. *SSD Agregat Kasar untuk Berat Jenis Agregat Kasar*



Gambar 5. *Pengujian Berat Isi*



Gambar 6. *Pengujian Kadar Air*



Gambar 7. *Penimbangan Material*



Gambar 8. *Pengujian Berat Jenis*



Gambar 9. *Penimbangan Material*



Gambar 10. *Penimbangan Material*



Gambar11. *Material Kulit Kerang*



Gambar 12. *Superplasticizer*



Gambar 13. *Proses Pencampuran Beton*



Gambar 14. *Campuran Beton Segar*



Gambar 15. *Pemadatan Beton Dengan Cara Penusukan*



Gambar 16. *Pemadatan Dengan Cara Pemukulan Menggunakan Palu Karet*



Gambar 17. *Beton Segar Hasil Pemasakan*



Gambar 18. *Proses Perendaman Beton Selama 28 Hari*



Gambar 19. *Pengeringan dan Capping Beton Setelah Perendaman*



Gambar 20. *Proses Kuat Tekan*