

**“PENGARUH PENAMBAHAN ABU CANGKANG TELUR
TERHADAP KUAT TEKAN BETON DENGAN
MENGUNAKAN JENIS PASIR YANG BERBEDA”**

TUGAS AKHIR



Disusun Oleh :

HAMDANI

45 13 041 022

**JURUSAN SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR**

2021



LEMBAR PENGESAHAN

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar No.A 133/FT/UNIBOS/II/2021, Tanggal 24 Februari 2021, perihal Pengangkatan Panitia dan tim Penguji Tugas Akhir, maka :

Hari / Tanggal : Jum'at / 26 Februari 2021
Nama : HAMDANI
Nomor Stambuk : 45 13 041 022
Fakultas / Jurusan : TEKNIK SIPIL
Judul Tugas Akhir : "Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Telur Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Jenis Pasir Yang Berbeda"

Telah diterima dan disahkan oleh Panitia Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar 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 Makassar.

TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Ketua (Ex. Officio) : **Ir.Arman Setiawan, ST. MT** (.....)
Sekretaris (Ex. Officio) : **Dr. Ir. Hj. Hijriah, ST. MT** (.....)
Anggota : **Hj. Savitri Prasandi M, ST. MT** (.....)
Ir. Eka Yuniarto, ST. MT (.....)

Makassar, 1 Maret 2021

Mengetahui,

Dekan Fakkkultas Teknik
Univ. Bosowa Makassar

(Dr. Ridwan, ST. M.Si)
NIDN. 09 101271 01

Ketua Program Studi Teknik Sipil
Univ. Bosowa Makassar

(Ir. Nurhadijah Yunianti, ST. MT)
NIDN. 09 160682 01



LEMBAR PENGAJUAN UJIAN AKHIR

Tugas Akhir :

**"PENGARUH PENAMBAHAN ABU CANGKANG TELUR TERHADAP KUAT
TEKAN BETON DENGAN MENGGUNAKAN JENIS PASIR YANG BERBEDA"**

Disusun dan diajukan oleh :

Nama : HAMDANI

No. Stambuk : 45 13 041 022

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

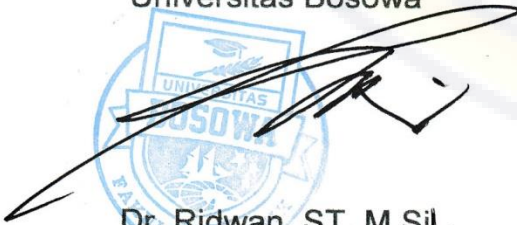
Pembimbing I : Ir. Arman Setiawan, ST. MT (.....)


Pembimbing II : Dr. Ir. Hj. Hijriah, ST. MT (.....)

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Bosowa

Ketua Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Bosowa


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


Nurmadiah Yunianti, ST, MT
NIDN : 09 050873 04



SURAT PERNYATAAN

KEASLIAN DAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : HAMDANI
Nomor Stambuk : 45 13 041 022
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : **Analisis Subtitusi Abu Cangkang Telur
Sebagai Tambahan Semen Terhadap
Kuat Tekan Beton Dengan
Menggunakan Jenis Pasir Yang
Berbeda**

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 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 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, 6, Maret, 2020

Yang Menyatakan


HAMDANI

PRAKATA

Puji dan syukur dipersembahkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan berkah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul ***“Analisis Subtitusi Abu Cangkang Telur Sebagai Tambahan Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Jenis Pasir Yang Berbeda”*** 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. Kedua orang tua tercinta atas segala kasih sayang, cinta dan segala dukungan yang selama ini diberikan, baik spiritual maupun materil.
2. Ibu Ir. Nurhadijah Yunianti, MT selaku Penasehat akademik dan juga Sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil Jurusan Sipil, Fakultas Teknik Universitas Bosowa
3. Bapak Ir. Arman Setiawan, ST. MT selaku dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan bimbingan ,Nasehat dan arahan kepada penulis.

4. Ibu Dr. Ir. Hj. Hijriah, ST, MT selaku dosen pembimbing II, atas segala keikhlasannya untuk selalu memberi motivasi dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga selesainya penulisan tugas akhir ini.
5. Dosen – dosen dan staf jurusan serta fakultas teknik yang telah banyak membantu, menuntun, dan memberi suport dalam menyelesaikan studi dari awal sampai akhir.
6. Dewi Kartini, S.Ak. atas segala keikhlasannya untuk selalu memberi motivasi dan membantu dari awal penelitian hingga selesainya penulisan tugas akhir ini
7. Jumardi, Musriamin M.ode, Wirabuana Efendi, Wirawan Kusuma Umar, Multasam, serta seluruh saudara-saudari ku angkatan 2013 yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat 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, 7 Maret 2021

Penulis

“PENGARUH PENAMBAHAN ABU CANGKANG TELUR TERHADAP KUAT TEKAN BETON DENGAN MENGGUNAKAN JENIS PASIR YANG BERBEDA”

Hamdani ¹⁾Arman Setiawan ²⁾Hijriah ³⁾

ABSTRAK

Cangkang atau kulit telur tentu sudah tidak terpakai lagi. Masyarakat umumnya membuang limbah cangkang telur tersebut tanpa memanfaatkannya terlebih dahulu, padahal cangkang telur memiliki banyak kegunaan bagi manusia. Cangkang telur yang sudah dijadikan bubuk/abu diolah sebagai bahan substitusi semen dalam pembuatan beton, untuk memperoleh beton ramah lingkungan dengan kuat tekan optimum yang memenuhi syarat.

Pengaruh penambahan abu cangkang telur sebagai tambahan semen terhadap kuat tekan beton dengan menggunakan jenis pasir yang berbeda mampu meningkatkan kuat tekan beton sebesar 3,71% dari beton normal, pada campuran abu cangkang telur 5%. Komposisi optimum dari penambahan abu cangkang telur sebagai tambahan semen dengan menggunakan jenis pasir yang berbeda diperoleh dari campuran pasir lasape 100% + abu cangkang telur 5% mengalami kenaikan kuat tekan sebesar 7,60% dari beton normal.

Kata kunci : *Beton, Kuat Tekan, Jenis Pasir, Abu Cangkang Telur*

¹ mahasiswa

² pembimbing 1

³ pembimbing 2

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan.....	ii
Lembar Pengajuan.....	iii
Pernyataan Keaslian Tugas Akhir	vi
Prakata	v
Abstrak	vii
Daftar Isi	viii
Daftar Notasi	xi
Daftar Tabel	xiv
Daftar Grafik	xviii
Daftar Gambar	xix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	I – 1
1.2. Rumusan Masalah	I – 3
1.3. Tujuan dan Manfaat	I – 4
1.4. Pokok Bahasan dan Batasan Masalah	I – 4
1.4.1. Pokok Bahasan.....	I – 4
1.4.2. Batasan Masalah.....	I – 4
1.5. Sistematika Penulisan	I – 5
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 – 12
2.3. Material Penyusun Beton.....	II – 13
2.3.1. Semen Portland.....	II – 13
2.3.2. Agregat	II – 18
2.3.3. Air.....	II – 21
2.3.4. Abu Cangkang Telur	II – 22
2.4. Prosedur Pengujian dan Pembuatan Beton	II – 24
2.4.1. Pengujian Material	II – 24
2.4.2. Perancangan Campuran Beton	II – 28
2.5. Penelitian Terdahulu	II – 34

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

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Karakteristik Material	IV – 1
4.2. Komposisi Mix Desain Beton Normal	IV – 4
4.2.1. Pengujian Slump Test Beton Normal	IV – 5
4.2.2. Pengujian Kuat Tekan Beton Normal.....	IV – 5
4.2.3. Beton Variasi	IV – 8
4.3. Pembahasan	IV – 12
4.3.1 Pengaruh pasir gowa terhadap kuat tekan beton	IV – 12
4.3.2 Pengaruh pasir Lasape terhadap kuat tekan beton...IV	– 13
4.3.3 Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Telur Terhadap Penggunaan Pasir Gowa.....IV	– 14
4.3.4 Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Telur Terhadap Penggunaan Pasir lasape.....IV	– 14
4.3.5 Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Telur Terhadap Penggunaan Pasir Gowa 50% dan pasir lasape 50%	IV – 15
4.3.6 Pengaruh Abu Cangkang Telur terhadap kuat tekan Beton	IV – 17

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	V – 1
5.2. Saran	V – 1

Daftar Pustaka.....	xx
----------------------------	-----------

LAMPIRAN

DAFTAR NOTASI

A	Luas Penampang Tertekan
Al_2O_3	Alumina
ACI	American Concrete Institute
ACT	Abu Cangkang Telur
Al_2O_3	Alumunium oksida
BI	Berat Isi
BJ	Berat Jenis
B0, B1	Mutu Beton Ringan
BP	Batu Pecah
BN	Beton Normal
Ca	Calsium
CaO	Kapur
CO_2	Carbon Dioksida
$CaCO_3$	Calsium Karbonat
CTM	Compression Testing Machine
Fas	Faktor Air Semen Bebas
f'ck	Kuat Tekan Karakteristik Beton

f'_{cr}	Kuat Tekan Rata-Rata Beton
F_c	Nilai Hasil Uji
KA	Kadar Air
KL	Kadar Lumpur
MgO	Magnesium oksida
$MgCO_3$	Magnesium Karbonat
MPa	Mega Pascal
Na_2O	Soda abu
N	Nilai Jumlah Pengujian
OPC	Ordinary Portland Cement
P	Beban Tekan Maksimum
PCC	Portland Composit Cement
PG	Pasir Gowa
PL	Pasir Lasape
PPC	Portland Pozzolan Cemen
SNI	Standar Nasional Indonesia
SHK	Serbuk Halus Kaca
S	Standar Deviasi

Sr	Deviasi Standar
SSD	Saturated Surface Dry
SiO ₃	Silica
SO ₃	Belerang Tri Oksida
V	Volume
w	Kadar Air
Wf	Kadar Air Bebas
WI	Kadar Lumpur

BOSOWA

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Kelas dan Mutu Beton	II – 4
Tabel 2.2. Perkembangan Kuat Tekan Beton	
Untuk Semen Portland Type I	II – 10
Tabel 2.3. Hubungan Antara Kuat Tekan Silinder dan	
Kuat Tekan Kubus, A.M Neville	II – 10
Tabel 2.4. Hubungan Antara Kuat Tekan Silinder	
dan Kuat Tekan Kubus, ISO Standard	II – 11
Tabel 2.5. Korelasi Kuat Tekan Benda Uji	II - 11
Tabel 2.6. Koreksi Perbandingan Tinggi Terhadap	
Diameter Untuk Benda Uji Silinder	II – 12
Tabel 2.7. Spesifikasi Semen Portland Komposit (Pcc)	II – 17
Tabel 2.8. Komposisi Kimia Cangkang Telur	II – 23
Tabel 2.9. Persyaratan Jumlah Semen Minimum Dan	
Faktor Air Semen Maksimum Untuk	
Berbagai Macam Pembetonan Dalam	
Lingkungan Khusus	II – 30
Tabel 2.10. Batas-Batas Susunan Besaran	

Butir Agregat Kasar..... II – 31

Tabel 2.11.Perkiraan Kadar Air Bebas (Kg/M^3) Yang Dibutuhkan

Untuk Beberapa Tingkat Kemudahan Pengerjaan

Adukan Beton..... II - 32

Tabel 2.12.Persyaratan Jumlah Semen Minimum Dan Factor Air

Semen Maksimum Untuk Berbagai Macam Pembetonan

Dalam Lingkungan Khusus II – 33

Tabel 3.1. Jenis Pengujian Karakteristik..... III – 2

Tabel 3.2. komposisi campuran III – 3

Tabel 3.3. Jenis Pengujian, Spesifikasi dan SNI yang

Digunakan Pada Agregat Kasar..... III – 4

Tabel 3.4 Jenis Pengujian, Spesifikasi dan SNI yang

Digunakan Pada Agregat Halus..... III - 4

Tabel 4.1 Hasil Pemeriksaan Karakteristik

Agregat Halus (Pasir)..... IV – 1

Tabel 4.2.Hasil Pemeriksaan Karakteristik

Agregat Kasar (Bp 1-2) IV – 2

Tabel 4.3.Data Hasil Perhitungan Mix Design

Beton Normal 20 Mpa	IV – 4
Tabel 4.4. Komposisi campuran beton normal 1 sampel dan 3 sampel	IV – 5
Tabel 4.5. Kuat Tekan Beton Normal	IV – 6
Tabel 4.6. Komposisi campuran beton Variasi untuk 1 sampel.....	IV – 9
Tabel 4.7. Komposisi campuran beton variasi untuk 3 sampel.....	IV – 9
Tabel 4.8. Komposisi campuran beton variasi abu cangkang telur untuk 1 sampel	IV – 9
Tabel 4.9. Komposisi campuran beton variasi abu cangkang telur untuk 3 sampel	IV – 9
Tabel 4.10 Nilai Slump Beton Variasi.	IV – 10
Tabel 4.11 hasil pengujian kuat tekan beton variasi.	IV – 11
Tabel 4.12 Persentase kenaikan kuat tekan beton dengan menggunakan pasir gowa	IV – 12
Tabel 4.13 Persentase kenaikan kuat tekan beton dengan menggunakan pasir Lasape.....	IV – 13

Tabel 4.14. Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Telur Terhadap Penggunaan Pasir Gowa	IV – 14
Tabel 4.15. Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Telur Terhadap Penggunaan Pasir Lasape.....	IV – 15
Tabel 4.16. Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Telur Terhadap Penggunaan Pasir Gowa 50% dan pasir lasape 50%.	IV – 16
Tabel 4.17. Persentase kenaikan dan penurunan Pengaruh Penambahan abu cangkang telur terhadap kuat tekan beton dengan menggunakan dua jenis pasir yang berbeda.....	IV - 18

DAFTAR GRAFIK

Grafik 2.1 Hubungan antara kuat tekan fan faktor air semen	IV – 29
Grafik 2.2 Perkiraan berat isi beton basah	IV – 33
Grafik 4.1 Analisa Saringan Agregat Halus (Pasir)	IV – 2
Grafik 4.2 Analisa Saringan Agregat Kasar (Batu Pecah 1-2).....	IV – 3
Grafik 4.3 Combinet	IV – 3
Grafik 4.4 Kuat Tekan Beton Normal	IV – 7
Grafik 4.5 Pengaruh pasir gowa terhadap kuat tekan beton.....	IV – 12
Grafik 4.6 Pengaruh pasir Lasape terhadap kuat tekan beton	IV – 13
Grafik 4.7 Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Telur Terhadap Penggunaan Pasir Gowa	IV – 14
Grafik 4.8 Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Telur Terhadap Penggunaan Pasir Lasape.....	IV – 15
Grafik 4.9 Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Telur Terhadap Penggunaan Pasir Gowa 50% dan pasir lasape 50%....	IV – 16
Grafik 4.10 Pengaruh Penambahan abu cangkang telur terhadap kuat tekan beton dengan menggunakan dua jenis pasir yang berbeda.....	IV – 17

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Semen Portland Composite (PCC) Type 1	II – 16
Gambar 2.2 Pasir Sungai	II – 19
Gambar 2.3 Batu Pecah.....	II – 20
Gambar 2.4 CangkangTelur dan Abu cangkangtelur.....	II – 23
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	III – 1



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan populasi manusia yang sangat pesat dan pembangunan yang terus berkembang harus diikuti dengan perkembangan teknologi infrastruktur yang memegang peranan yang sangat penting. Seiring dengan munculnya isu pemanasan (global warming) dan hadirnya penerapan konsep pembangunan hijau (green building), dalam bidang rekayasa bahan material terus diupayakan berbagai inovasi ramah lingkungan dengan mengadakan penelitian yang intensif terutama untuk komponen struktur. Semen portland (portland cement) merupakan salah satu material komponen struktur yang populer dan merupakan kebutuhan yang paling besar di bidang konstruksi dan penggunaannya sebagai material komponen struktur yang berkelanjutan menjadi tujuan penting pada saat ini. (Nelvia adi syafpoetri, dkk 2013)

Keberadaan kegiatan produksi semen pada suatu daerah selain memberikan banyak manfaat terutama di bidang konstruksi, juga menjadi ancaman ekologis yang serius. Hal ini dapat dilihat mulai dari proses pengambilan bahan baku (eksplorasi terus-menerus), proses produksi serta dampak polusi yang ditimbulkan. Terbatasnya ketersediaan batu kapur sebagai bahan baku pembuatan semen portland merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui dan jika pengambilannya dilakukan secara terus-menerus maka keberadaan bahan baku tersebut

akan habis pada masa mendatang. Produksi semen yang meningkat berkontribusi terhadap meningkatnya polusi udara yang berakibat terhadap pemanasan global. Menurut *International Energy Authority: World Energy Outlook*, produksi semen portland adalah penyumbang CO₂ sebesar 7% dari keseluruhan CO₂ yang dihasilkan oleh berbagai sumber. (Putranto, 2011)

Oleh karena itu terdapat beberapa alternatif yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah tersebut salah satunya dengan memanfaatkan limbah. Limbah yang bisa dimanfaatkan diantaranya limbah industri, konstruksi, pertanian maupun rumah tangga yang dibiarkan begitu saja. Limbah tersebut digunakan sebagai bahan campuran beton ternyata mampu meningkatkan daya kuat tekan (Simanjuntak, 2000). Salah satu alternatif yang dapat dicoba adalah abu cangkang telur sebagai material substitusi pada semen dalam campuran beton, sehingga dapat mengurangi pemakaian semen dan diharapkan dapat mengurangi sampah.

Cangkang atau kulit telur tentu sudah tidak terpakai lagi. Masyarakat umumnya membuang limbah cangkang telur tersebut tanpa memanfaatkannya terlebih dahulu, padahal cangkang telur memiliki banyak kegunaan bagi manusia. Di Indonesia produksi cangkang telur akan terus berlimpah selama telur diproduksi di bidang peternakan serta digunakan di restoran, pabrik roti dan mie sebagai bahan baku pembuatan makanan. Di dalam cangkang telur ayam terkandung logam mineral

anorganik yang berupa Kalsium (Ca). Cangkang telur yang sudah dijadikan bubuk/abu diolah sebagai bahan substitusi semen dalam pembuatan beton, untuk memperoleh beton ramah lingkungan dengan kuat tekan optimum yang memenuhi syarat.

Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Beton harus dirancang proporsi campurannya agar menghasilkan suatu kuat tekan rata-rata yang diisyaratkan. Pada tahap pelaksanaan konstruksi, beton yang telah dirancang campurannya harus diproduksi sedemikian rupa sehingga memperkecil frekuensi terjadinya beton dengan kuat tekan yang lebih rendah dari kekuatan tekan beton seperti yang telah dipersyaratkan. (Antoni, 2007)

Berdasarkan materi di atas, sangat cocok apabila abu cangkang telur yang selama ini sebagai limbah yang tidak terpakai, dapat digunakan sebagai bahan tambah pada campuran beton khususnya sebagai substitusi

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana pengaruh penambahan abu cangkang telur sebagai tambahan semen terhadap kuat tekan beton yang menggunakan jenis pasir berbeda ?

2. Bagaimana komposisi optimum dari substitusi abu cangkang telur sebagai tambahan semen dengan menggunakan jenis pasir berbeda terhadap kuat tekan beton ?

1.3 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dan manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisa pengaruh abu cangkang telur sebagai tambahan semen terhadap kuat tekan beton yang menggunakan jenis pasir berbeda
2. Menganalisa komposisi optimum dari abu cangkang telur sebagai tambahan semen dengan menggunakan jenis pasir berbeda terhadap kuat tekan 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 substitusi penambahan abu cangkang telur sebagai tambahan semen sebesar 0%, 5%, dan 10%.
2. Penelitian ini membandingkan kuat tekan beton dengan menggunakan pasir yang berbeda sebesar 0%, 50%, dan 100%.
3. Melakukan pengujian karakteristik agregat

1.4.2 Batasan Masalah

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

1. Tidak melakukan karakteristik abu cangkang telur.

2. Tidak melakukan karakteristik semen.

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 di lakukan 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 di berikan untuk

memperbaiki hasil dari penelitian pengaruh penambahan abu cangkang telur semen terhadap kuat tekan beton yang menggunakan jenis pasir berbeda.



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 analisis substitusi abu cangkang telur sebagai bahan tambah semen terhadap kuat tekan beton yang menggunakan jenis pasir yang berbeda.

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 hidrolik (*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 (Tri 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 B₀.

2 Beton kelas II adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural secara umum. Pelaksananya 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. Pelaksananya memerlukan keahlian khusus dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Disyaratkannya laboratorium beton dengan peralatan yang lengkap serta dilayani oleh tenaga-tenaga ahli yang dapat melakukan pengawasan mutu beton secara kontinu. Adapun pembagian kelas jalan 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	B ₀	-	-	Non Struktural	Ringan	Tanpa
II	B ₁	-	-	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

(Sumber: Mulyono. T, 2003)

1 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 Kontrol

Beton Kontrol 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 selaludiperhatikan yaitu :

a. Kemudahan pengerjaan (*workability*)

Kemudahan pengerjaan beton dapat dilihat dari nilai slump yang identikdengan tingkat keplastisan beton. Semakin plastis beton, semakin mudahpengerjaannya. Unsur-unsur yang mempengaruhinya antara lain: jumlah airpencampur, kandungan semen, gradasi campuran pasir-krikil, bentuk butiranagragat kasar, butir maksimum, cara pemadatan beserta alat pemadatannya.

b. *Segregation*

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

c. *Bleeding*

Kecenderungan naiknya air kepermukaan beton yang baru dipadatkan disebutdengan 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 naiknya akan kecil. Untuk struktur yang menghendaki kekuatan awalnya tinggi, maka campuran akan dikombinasikan dengan semen khusus ataupun penggantian 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 silinder 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)

Data kuat tekan sebagai dasar perancangan, dapat menggunakan hasil ujikurang dari 28 hari berdasarkan data rekaman yang lalu untuk kondisi pekerjaanyang sama dengan karakteristik lingkungan dan kondisi yang sama. Jikamenggunakan hal ini maka dalam perancangan harus disebutkan (dalam gambaratau dalam uraian lainnya), dan hasilnya

dikonversikan untuk umur 28 hari yang dapat dilihat pada tabel 2.2 sebagai berikut:

Tabel 2.2 Perkembangan kuat tekan beton untuk semen portland type I

Umur Beton (hari)	3	7	14	21	28
Semen Portland Type 1	0.46	0.7	0.88	0.96	1.00

(Sumber:PB, 1989)

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 2.3 dan 2.4 berikut.

Tabel 2.3 Hubungan antara kuat tekan silinder dan kuat tekan kubus, A.M Neville

Kuat tekan silinder (MPa)	7,0	15,5	20,0	24,5	27,0	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 2.4 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 ukuranyang 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 2.5 berikut.

Tabel 2.5 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 2.6 berikut

Tabel 2.6 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 penggabungkulit 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*.

(Sumber : <http://en.wikipedia.org>)

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/cm^3 . Bahan utama pembentuk semen portland adalah

kapur (CaO), silica (SiO_3), alumina (Al_2O_3), sedikit magnesia (MgO), dan terkadang sedikit alkali. Untuk 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 2.7.

Tabel 2.7 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

Pada penelitian ini akan menggunakan dua jenis pasir dengan lokasi yang berbeda yaitu Pasir Sungguminasa yang terletak di Kabupaten Gowa dan pasir lasape pinrang 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 (*Wuryati Samekto 2001:16*):

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

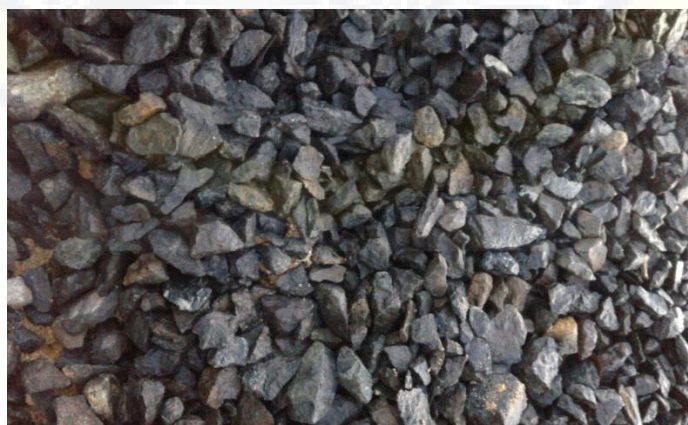
3. Pasir Laut

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. (Edward G. Nawy hal : 14)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

Pada penelitian ini akan menggunakan dua jenis pasir dengan lokasi yang berbeda yaitu Sungguminasa yang terletak di Kabupaten Gowa). 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 : 13).

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 : 12). 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. (*Paul Nugraha 2007:74*).

2.3.4 Abu Cangkang Telur (ACT)

Kulit telur merupakan lapisan terluar dari telur yang berfungsi untuk melindungi semua bagian telur. Bila dilihat dengan mikroskop maka kulit telur terdiri dari 4 lapisan yaitu:

- a. Lapisan kutikula

Lapisan kutikula merupakan protein transparan yang melapisi permukaan kulit telur. Lapisan ini melapisi pori-pori pada kulit telur, tetapi sifatnya masih dapat dilalui gas sehingga keluaranya uap air dan gas CO₂ masih dapat terjadi.

- b. Lapisan busa

Lapisan ini merupakan bagian terbesar dari lapisan kulit telur. Lapisan ini terdiri dari protein dan lapisan kapur yang terdiri dari kalsium karbonat, kalsium fosfat, magnesium karbonat dan magnesium fosfat.

- c. Lapisan mamillary

Lapisan ini merupakan lapisan ketiga dari kulit telur yang terdiri dari lapisan yang berbentuk kerucut dengan penampang bulat atau lonjong. Lapisan ini sangat tipis dan terdiri dari anyaman protein dan mineral.

d. Lapisan membran

Merupakan bagian lapisan kulit telur yang terdalam. Terdiri dari dua lapisan selaput yang menyelubungi seluruh isi telur. Tebalnya lebih kurang 65 mikron (Nasution, 1997).



Gambar 2.4 : Cangkang Telur dan Abu cangkang telur

Menurut Umar (2000), cangkang telur mengandung hampir 95,1% terdiri atas garam-garam organik, 3,3% bahan organik (terutama protein), dan 1,6% air. Sebagian besar bahan organik terdiri atas persenyawaan Calcium karbonat (CaCO_3) sekitar 98,5% dan Magnesium karbonat (MgCO_3) sekitar 0,85%. Jumlah mineral didalam cangkang telur beratnya 2,25 gram yang terdiri dari 2,21 gram kalsium, 0,02 gram magnesium, 0,02 gram fosfor serta sedikit besi dan Sulfur.

Tabel 2.8 Komposisi Kimia Cangkang Telur

Kandungan	Persentase
Kalsium Karbonat	94%
Kalium Fosfat	1%
Magnesium Karbonat	1%
Senyawa Organik	4%

2.4 Prosedur Pengujian dan Pembuatan Beton

2.4.1 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:

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

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

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

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

c) 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 :

W1 = Berat agregat

W2 = Berat kering oven

W3 = Berat agregat setelah direndam

4. Pengujian berat jenis agregat kasar

a) Berat jenis kering (*Bulk Specific Gravity*)

$$BJ = \frac{B_k}{w_2 + B_j - w_1} \dots \dots \dots (2.9)$$

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

$$BJ_{SSD} = \frac{B_j}{w_2 + B_j - w_1} \dots \dots \dots (2.10)$$

c) Penyerapan

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

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:

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

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 ditisuk 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

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

$$\text{Gembur} = \frac{\text{berattabung+agregatgembur}}{\text{volume}} \dots\dots\dots (2.14)$$

b. Berat isi padat

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

$$\text{Gembur} = \frac{\text{berattabung+agregatpadat}}{\text{volume}} \dots\dots\dots (2.16)$$

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 :

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

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

2.4.2 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; Penentuan kuat tekan ini disyaratkan dengan perencanaan struktural dan kondisi tempat
2. Penetapan nilai deviasi standar (s)

Hitung deviasi standar dengan rumus:

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

Dimana :

Sr = 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 :

$$f'_{cr} = f'_c + 7,0$$

Dimana : f'_{cr} = Kuat Tekan Karakteristik

f'_c = Target Nilai Kuat Tekan

7.0 = Ketentuan Karena Target Nilai Kuat Tekan dibawah 21 Mpa.

4 Hitung kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan f'_c , dengan rumus

$$f'_{cr} = f'_c + 1,34 S_s$$

$$f'_{cr} = f'_c + 2,33 S_s - 3,5$$

Dengan : f'_{cr} = kuat tekan rata-rata.

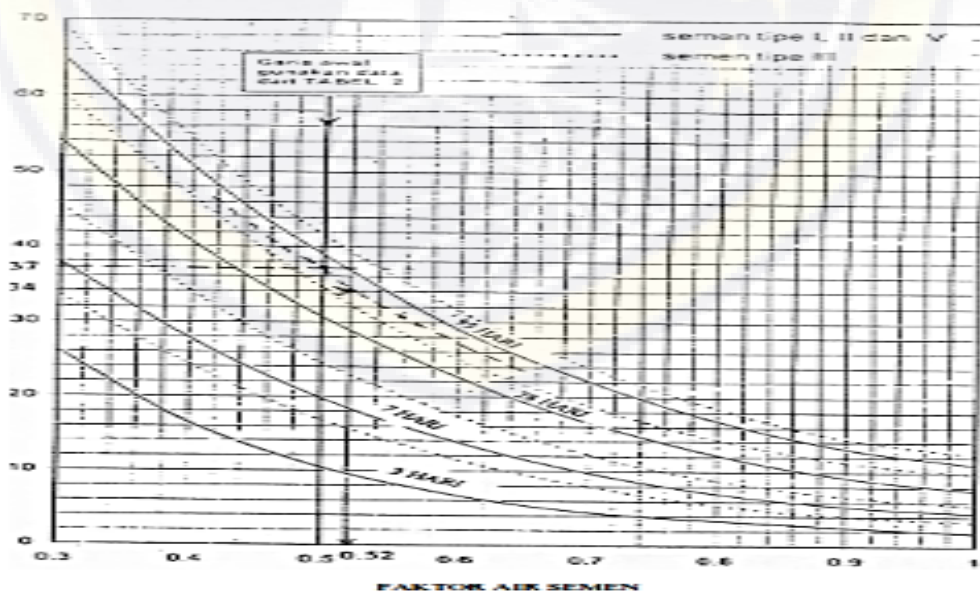
f'_c = kuat tekan yang disyaratkan.

S_s = Standar Deviasi Mpa

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 :



Grafik 2.1 Hubungan Antara Kuat Tekan dan Faktor Air Semen

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

Tabel 2.9 Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus

Loksi	Jumlah semen minimum per m ³ beton (Kg)	Nilai factor 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 di luar ruangan bangunan:	325	0.60
a. Tidak terlindung dari hujan dan trik matahari langsung	275	0.60
b. Terlindung dari hujan dan trik matahari langsung	325	0.55
Beton masuk dalam tanah:		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti		Lihat tabel 5
b. Mendapatkan pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		Lihat tabel 6
Beton yang kontinu berhubungan		
a. Air tawar		
b. Air laut		

- 9 Tetapkan slump;
- 10 Tetapkan ukuran agregat maksimum jika tidak ditetapkan lihat tabel 2.10

Tabel 2.10 batatas-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 2.11 dan grafik 2

Tabel 2.11 Perkiraan kadar air bebas (Kg/m^3) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton

Slump (mm)		0-100	10-30	30-60	160-180
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;

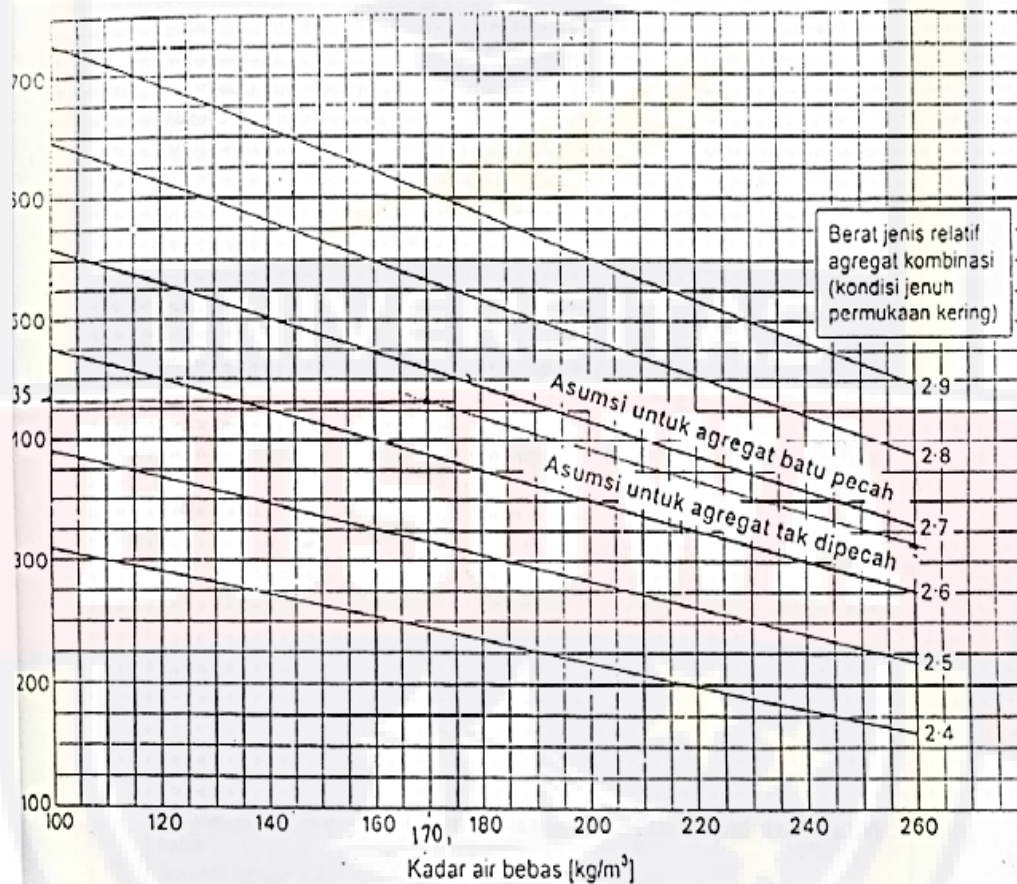
14 Tentukan jumlah semen semimumum mungkin. Jika tidak lihat table 2.9 jumlah semen yang diperoleh dari perhitungan jika perlu disesuaikan;

- 15 Tentukan factor 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 factor air semen harus diperhitungkan kembali;
- Tabel 2.12 Persyaratan jumlah semen minimum dan factor air semen maksimum untuk berbagai Macam pembetonan dalam lingkungan khusus

Loksi	Jumlah semen minimum per m ³ beton (Kg)	Nilai factor air semen maksimum
Beton di dalam ruang bangunan:		
c. Keadaan keliling non-korosif	275	0.60
d. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0.52
Beton di luar ruangan bangunan:	325	0.60
c. Tidak terlindung dari hujan dan trik matahari langsung	275	0.60
d. Terlindung dari hujan dan trik matahari langsung	325	0.55
Beton masuk dalam tanah:		
c. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti		Lihat tabel 5
d. Mendapatkan pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		Lihat tabel 6
Beton yang kontinu berhubungan		
c. Air tawar		
d. Air laut		

- 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 Grafik 2.2 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.

2.5 Penelitian Terdahulu

1. **Pengaruh Substitusi Limbah Cangkang Telur (Fly Ash) Dengan Persentase 4%, 5%, Dan 6% Dan Kain Perca Sebesar 2% Sebagai Bahan Tambah Pada Beton Terhadap Kuat Tekan** oleh *Aida, Tria Nur and Masagala, Algazt Aryad, University Technology Yogyakarta 2020*. Pembuatan

benda uji yang digunakan yaitu silinder yang terdiri dari 2 beton normal dan 9 beton fly ash cangkang telur dengan tambahan serat kain perca, dengan umur 28 hari dengan mutu rencana 25 Mpa. Persentase substitusi semen dengan fly ash cangkang telur yaitu sebesar 4%, 5%, dan 6%, sedangkan penambahan serat potongan kain perca yaitu 2% dari volume benda uji. Pengujian kuat tekan beton pada penelitian ini dilakukan di Laboratorium CV. Akar Mas Curva, Wonosobo. Hasil pengujian nilai slump pada beton normal dan beton fly ash cangkang telur 4% dan serat potongan kain perca 2% yaitu 10 cm. Beton substitusi semen dengan fly ash cangkang telur 5%, dan 6% dengan serat potongan kain perca 2% yaitu sebesar 11 cm. Nilai rata-rata beban maksimal pada beton normal yaitu sebesar 451,5 kN, sedangkan beton substitusi semen dengan fly ash cangkang telur 4%, 5% dan 6% dengan serat potongan kain perca 2% yaitu sebesar 404,3 kN, 395,3 kN, dan 381,7 kN. Nilai rata-rata kuat tekan beton normal adalah 25,56 MPa, sedangkan beton substitusi semen dengan fly ash cangkang telur 4%, 5% dan 6% dengan serat potongan kain perca 2% adalah sebesar 22,99 MPa, 22,19 MPa, 21,61 Mpa

- 2. Pengaruh Penggunaan Serbuk Cangkang Telur Sebagai Substitusi Parsial Semen Terhadap Nilai Kuat Tarik Lentur Beton** Oleh *George W. Y. Tumbel Servie O. Dapas, Mielke R. I.*

A. J. Mondoringin *Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado*. Pengujian kuat tekan beton menggunakan benda uji silinder berdiameter 100 mm dan tinggi 200 mm, sedang untuk pengujian kuat tarik lentur menggunakan benda uji ukuran 100x100x400 mm. Jumlah serbuk cangkang telur ayam yang digunakan sebesar 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, dan 10%. Hasil penelitian beton dengan substitusi parsial semen menggunakan serbuk cangkang telur menunjukkan bahwa kuat tekan optimum terdapat pada presentase SCT 5%, yaitu sebesar 22.15 MPa dan kuat tarik lentur optimum terdapat pada presentase SCT 2.5%, yaitu sebesar 5.57 MPa.

3. Pengaruh Cangkang Telur Ayam Sebagai Substitusi Semen Terhadap Kuat Tekan Beton oleh *Dina Novianti, Syavira, Hamdi, Lina Flaviana Tilik, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Sriwijaya, 30, September 2019*. Dalam penelitian ini, cangkang telur ayam dihaluskan hingga lolos saringan ayakan no. 200 (0,075 mm). Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi kuat tekan, dimana benda uji yang digunakan berupa silinder 15cm x 30cm. Variasi cangkang telur ayam 0%, 1%, 2,5%, dan 5%. Dimana pengujian tekan dilakukan pada hari ke-3, 7, 14, dan 28. Dengan mutu beton yang direncanakan adalah $f_c' 25$. Dari hasil penelitian menunjukkan penggunaan cangkang telur ayam terhadap kuat tekan beton umur 28 hari dengan

variasi 1% sebesar 29,736 MPa, dan untuk variasi 2,5% sebesar 25,077 MPa, lalu untuk variasi 5% sebesar 16,407 MPa, bila dibandingkan dengan kuat tekan beton tanpa cangkang telur (Beton Nnormal) sebesar 41,204 MPa.

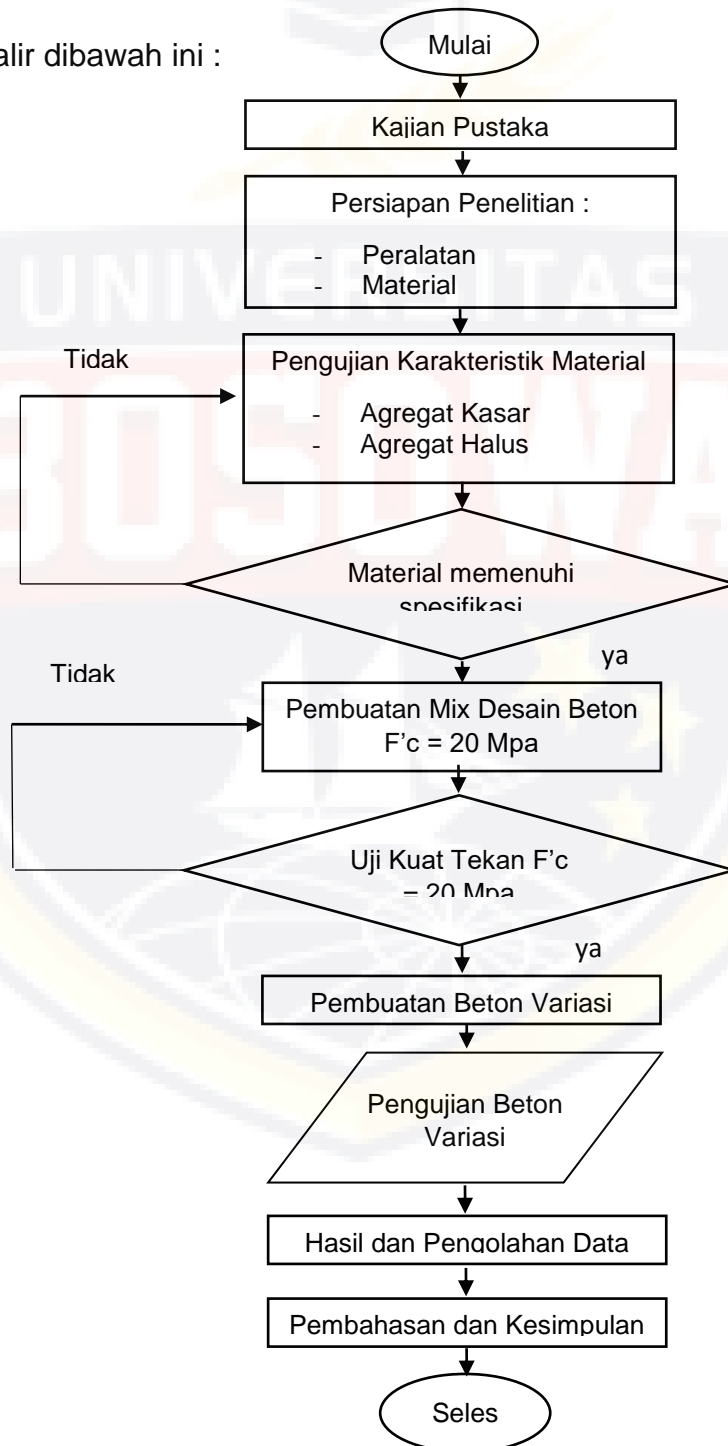


BAB III

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 pengaruh penambahan abu cangkang telur terhadap kuat tekan beton yang menggunakan jenis pasir berbeda. Waktu penelitian direncanakan kurang lebih 4 bulan yakni mulai bulan September – Desember 2019.

3.3 Uraian Pengujian

Tabel 3.1 Jenis Pengujian Karakteristik

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
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, dan batu pecah.
2. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah pasir dan Abu Cangkang Telur
3. Kuat tekan beton rencana $F'c$ 20 Mpa

3.5. Notasi dan Jumlah Sampel

Komposisi Campuran :

Variasi I : Batu Pecah + Pasir + Semen + Air (BN)

Variasi II : BP + P + S + A + ACT (BACT)

Tabel 3.2 Komposisi Campuran

Notasi	Pasir		Batu Pecah (%)	Semen (%)	Air (%)	ACT (%)	Jumlah Benda Uji
	Gowa (%)	Lasape (%)					
PG100 (BN)	100	-	100	100	100	-	20
PL 100	-	100	100	100	100	-	3
PG50+PL50	50	50	100	100	100	-	3
PG100	100	-	100	100	100	5	3
PL 100	-	100	100	100	100	5	3
PG50+PL50	50	50	100	100	100	5	3
PG100	100	-	100	100	100	10	3
PL 100	-	100	100	100	100	10	3
PG50+PL50	50	50	100	100	100	10	3
Jumlah Akumulatif							44

3.6. Metode Pengujian

Analisis Spesifikasi Karakteristik Agregat

1. Agregat Kasar

Tabel 3.3 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 3.4 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

Dalam penelitian ini, variabel yang digunakan terdiri dari variabel terikat atau persentase nilai yang tetap yaitu abu cangkang telur sebesar 0%, 5%, dan 10% dari berat agregat kasar dan menggunakan jenis pasir yang berbeda.

Dimana pengujian ini dilakukan dengan membandingkan hasil nilai kuat tekan beton kontrol dan nilai kuat tekan beton variasi terhadap kuat tekan beton yang direncanakan sebesar 20 MPa. Sehingga nantinya akan diketahui pengaruh substitusi abu cangkang telur sebagai tambahan semen terhadap kuat tekan beton yang menggunakan jenis pasir berbeda. Di sisi lain, dari penelitian ini pula akan diketahui komposisi optimum dari pengaruh abu cangkang telur sebagai tambahan semen dengan menggunakan jenis pasir berbeda terhadap kuat tekan beton.

1) Pengaruh Abu Cangkang Telur Terhadap Kuat Tekan Beton

Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Dina Novianti, Syavira, Hamdi, Lina Flaviana Tilik, 2019. Tentang Pengaruh Cangkang Telur Ayam Sebagai Substitusi Semen Terhadap Kuat Tekan Beton, dimana kuat tekan tertinggi yaitu sebesar 25,077 Mpa.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.4. Karakteristik Material

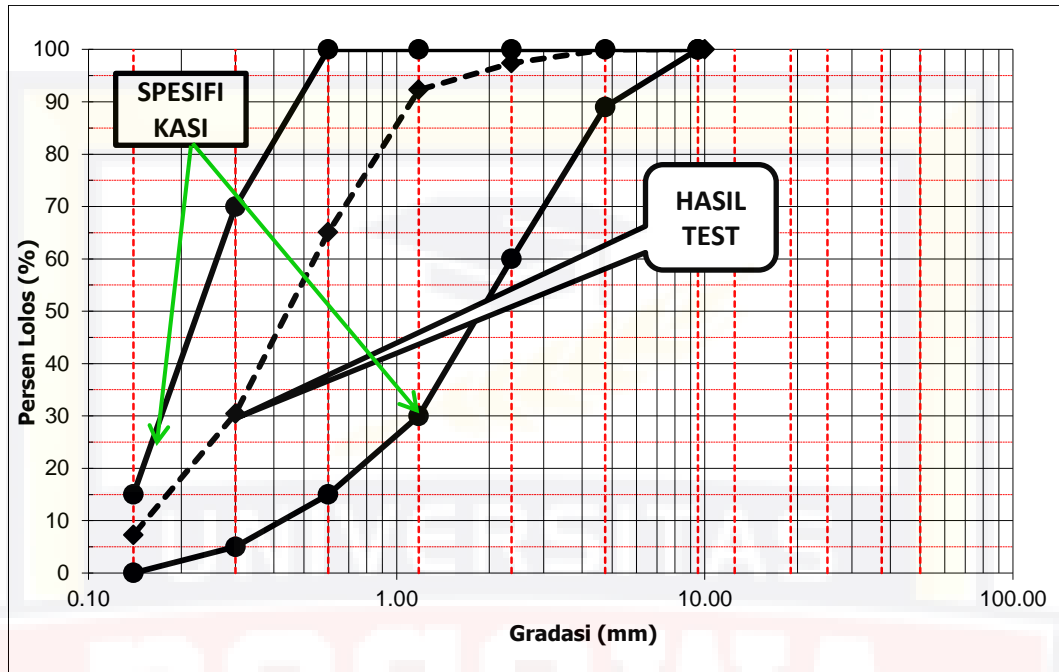
Material yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari agregat alam yaitu agregat halus (pasir) dan agregat kasar (batu pecah) yang berasal dari PT.Kalimas Gowa. Berdasarkan pelaksanaan pemeriksaan agregat di laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar, diperoleh hasil pemeriksaan karakteristik yang ditunjukkan pada Tabel 4.1. untuk agregat halus dan Tabel 4.2 untuk agregat kasar yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.1. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Halus (Pasir)

NO.	KARAKTERISTIK AGREGAT	HASIL PENGAMATAN	INTERVAL	KETERANGAN
1	Kadar Lumpur	1,38%	Maks 5%	Memenuhi
2	Kadar Air	3,77%	3% - 5%	Memenuhi
3	Berat Isi lepas	1.47 gr/cm ³	1.4 – 1.9 gr/cm ³	Memenuhi
	Berat Isi padat	1.57 gr/cm ³	1.4 – 1.9 gr/cm ³	Memenuhi
4	Absorpsi	0,89%	Maks 2%	Memenuhi
5	- Bj. Curah	2.49	1.6 - 3.3	Memenuhi
	- Bj. SSD	2.54	1.6 - 3.3	Memenuhi
	- Bj. Semu	2.61	1.6 - 3.3	Memenuhi

Sumber : Hasil perhitungan

Grafik 4.1. Analisa saringan agregat halus (Pasir)



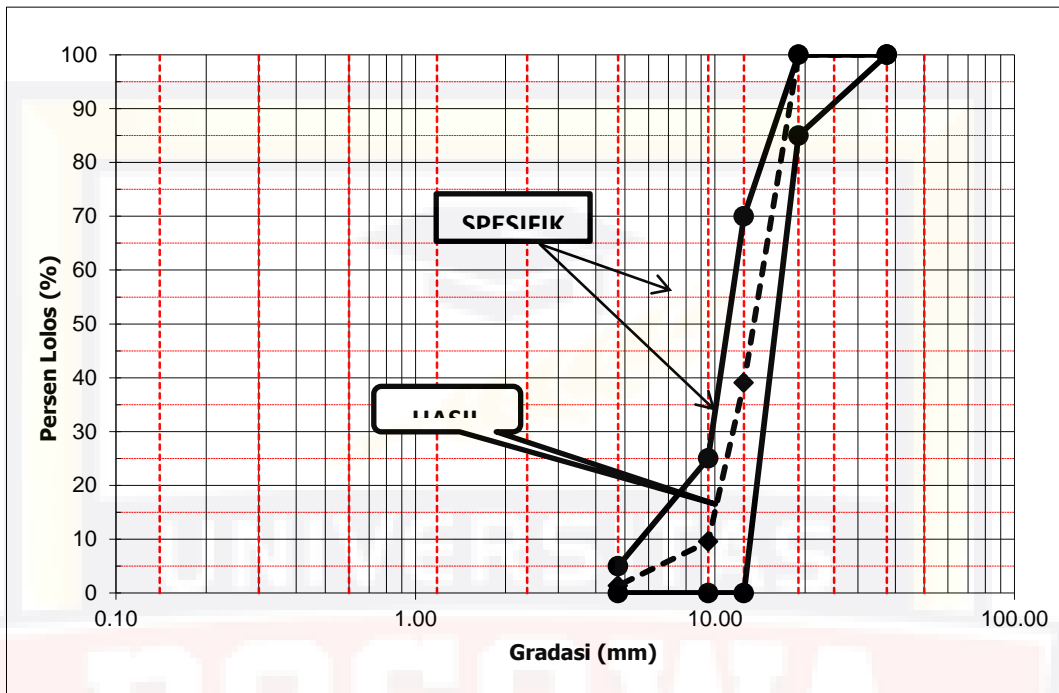
Sumber : Hasil pengujian di laboratorium

Tabel. 4.2. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Kasar (Bp 1-2)

NO.	KARAKTERISTIK AGREGAT	HASIL PENGAMATAN	INTERVAL	KETERANGAN
1	Kadar Lumpur	0,98%	Maks 1%	Memenuhi
2	Kadar Air	0.88%	0.5% - 2%	Memenuhi
3	- Berat isi lepas	1.424 gr/cm ³	1.4 – 1.9 gr/cm ³	Memenuhi
	- Berat isi padat	1.63 gr/cm ³	1.4 -1.9 gr/cm ³	Memenuhi
4	Absorpsi	3.14%	Maks 4%	Memenuhi
5	- Bj. Curah	2.52	1.6- 3.3	Memenuhi
	- Bj. SSD	2.60	1.6 - 3.3	Memenuhi
	- Bj. Semu	2.73	1.6 - 3.3	Memenuhi

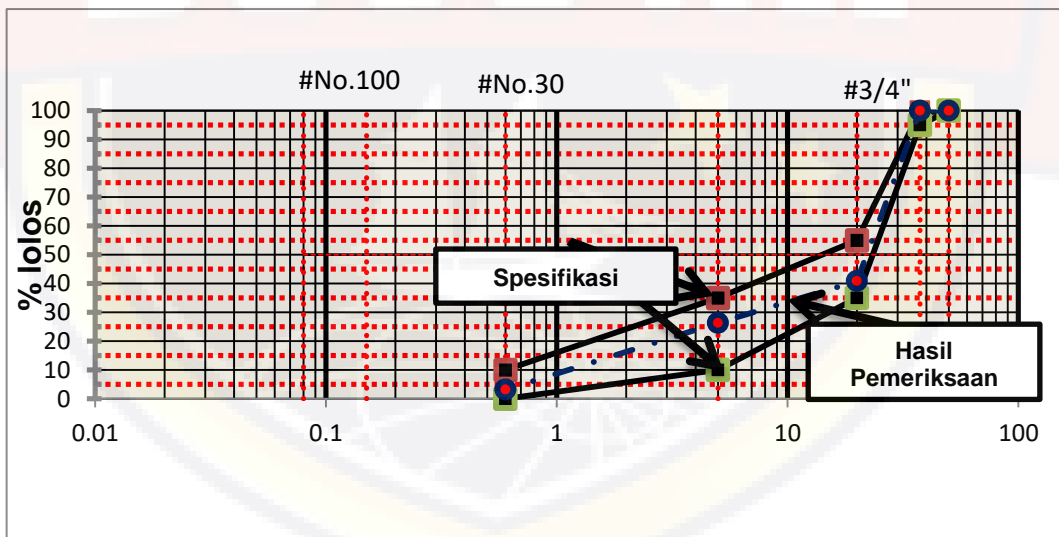
Sumber : Hasil perhitungan

Grafik 4.2. Analisa saringan agregat kasar (batu pecah 1-2)



Sumber : Hasil pengujian di laboratorium

Grafik 4.3. Combinet



Dari tabel diatas menunjukan semua karakteristik dari agregat kasar dan agregat halus memenuhi syarat spesifikasi. Hal ini berarti agregat kasar dan agregat halus tersebut baik dijadikan bahan dalam pembuatan campuran beton.

4.5. Komposisi Mix Desain Beton Normal

Perencanaan campuran beton dilaksanakan dengan menggunakan metode DOE (*Department of Environment*). Adapun hasil perencanaan campuran beton dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut ini.

Tabel 4.3. Data hasil perhitungan mix design beton normal 20 Mpa

Nilai Slump	8 ± 2 cm
Kuat tekan yang disyaratkan	20 MPa
Deviasi standar	-
Nilai tambah (margin)	7 Mpa
Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	27 MPa
Faktor air semen bebas (Fas)	0,53
Faktor air semen maksimum	0,60
Kadar air bebas	205 kg/m ³
Kadar semen maksimum	386,79 kg/m ³
Kadar semen minimum	275 kg/m ³
Berat isi beton	2337,5
Berat agregat gabungan	1745,71 kg/m ³
Berat agregat halus (pasir)	710,50 kg/m ³
Berat agregat kasar	1023,75 kg/m ³
Berat jenis gabungan	2,58 kg/m ³

Sumber : Hasil perhitungan Mix design f'c = 20 Mpa.

- Perhitungan volume benda uji (silinder 15 x 30 cm).

$$V = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times t$$

$$V = \frac{1}{4} \times 3,14 \times (0,15)^2 \times 0,30 \text{ m}$$

$$V = 0,00530 \text{ m}^3$$

- Kebutuhan volume untuk pencampuran per satu benda uji

$$V = 0,0053 \text{ m}^3 \times 1 \times 1,2 \text{ (faktor kehilangan)}$$

$$V = 0,0064 \text{ m}^3$$

- Hasil perhitungan mix design beton normal untuk 20 benda uji

Tabel 4.4 Komposisi campuran beton normal 1 sampel dan 3 sampel

BAHAN BETON	BERAT/M ³ BETON (kg)	VOLUME BENDA UJI (m ³)	BERAT UNTUK 1 SAMPEL (kg)	BERAT UNTUK 3 SAMPEL (kg)
Air	215,54	0,0053	1,37	4,11
Semen	386,79		2,46	7,38
Pasir	711,41		4,52	13,57
Bp 1-2	1023,75		6,51	19,53

Sumber : Hasil perhitungan

4.2.1 Pengujian Slump Test Beton Normal

Pengukuran Slump Test dilakukan untuk mengetahui Keleccakan (*workability*) adukan beton. Keleccakan adukan beton merupakan ukuran dari tingkat kemudahan campuran untuk diaduk, diangkut, dituang, dan dipadatkan tanpa menimbulkan pemisahan bahan penyusun beton (*segregasi*). Tingkat keleccakan ini dipengaruhi oleh komposisi campuran, kondisi fisik dan jenis bahan pencampurnya.

Untuk pengujian slump test pada penelitian ini dilakukan sebanyak 4 kali. Hasil pengujian slump test pada beton normal berturut-turut yaitu sebesar 7,5 cm, 8 cm, 6 cm dan 7,5 cm. sehingga material ini memenuhi batas syarat nilai slump test untuk beton yaitu 8 ± 2 cm.

4.2.2 Pengujian Kuat Tekan Beton Normal

Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan cara memberikan beban hingga benda uji tersebut hancur dengan alat uji kuat tekan (*Compressive Strength*). Pada saat benda uji hancur didapatkan beban

atau gaya tekan maksimum (P_{maks}) dari benda uji. Data tersebut kemudian diolah untuk memperoleh nilai kuat tekan beton (f_c')

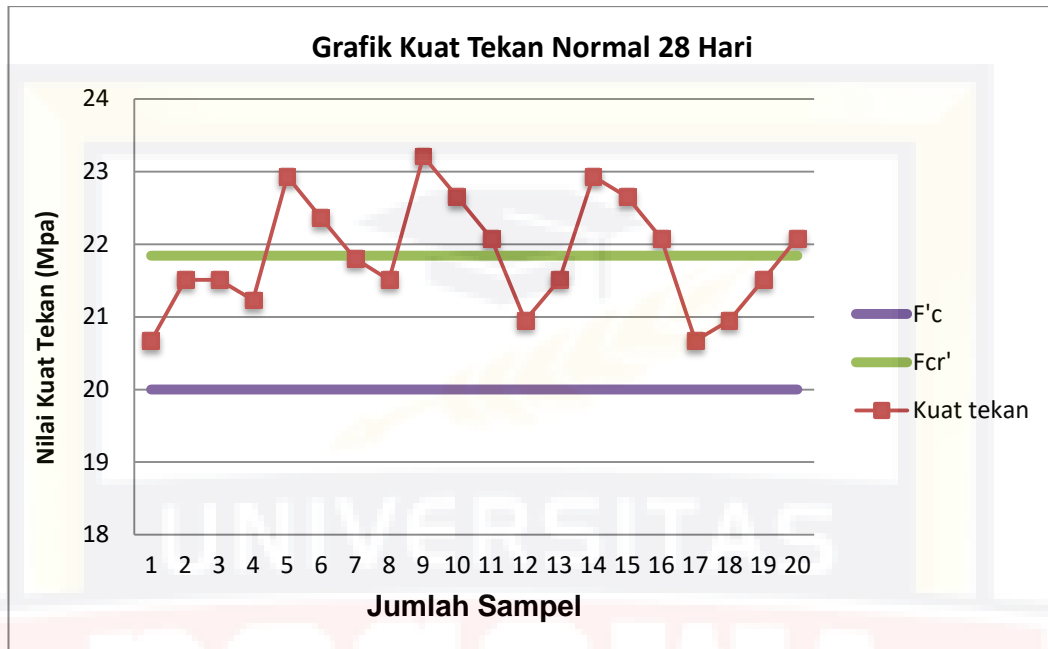
Hasil pengujian kuat tekan beton normal (beton kontrol) pada umur 28 hari dapat dilihat pada tabel sebagai berikut;

Tabel 4.5 Kuat tekan beton normal

NO	BERAT (KG)	BEBAN MAKSIMUM (KN)	KUAT TEKAN (Mpa)
1	12,54	365	20,67
2	12,58	380	21,51
3	12,35	380	21,51
4	12,58	375	21,23
5	12,51	405	22,93
6	12,59	395	22,36
7	12,47	385	21,80
8	12,44	380	21,51
9	12,55	410	23,21
10	12,57	400	22,65
11	12,54	390	22,08
12	12,55	370	20,95
13	12,56	380	21,51
14	12,40	405	22,93
15	12,60	400	22,65
16	12,64	390	22,08
17	12,55	365	20,67
18	12,56	370	20,95
19	12,51	380	21,51
20	12,38	390	22,08
	Jumlah	7715	436,80
	Rata-Rata	389	21,84

Sumber : Hasil perhitungan

Grafik 4.4 Kuat tekan beton normal



Sumber : Hasil perhitungan

Sandar Deviasi

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

$$S = 0,750$$

Kuat Tekan Rata-Rata

$$f_{cr}' = f_c + 1,34 \times s \quad \text{Persamaan I}$$

$$f_{cr}' = f_c + 2,33 \times s - 3,5 \quad \text{Persamaan II}$$

Persamaan I

$$f_{cr}' = f_c + 1,34 \times s$$

$$f_c = f_{cr}' - 1,34 \times s$$

$$= 21,84 - 1,34 \times 0,750$$

$$= 21,84 - 1,01$$

$$= 20,834 \text{ Mpa}$$

Persamaan II

$$f_{cr}' = f'_c + 2,3 \times s - 3,5$$

$$\begin{aligned} f'_c &= f_{cr}' - 2,23 \times s + 3,5 \\ &= 21,84 - 2,33 \times 0,750 + 3,5 \\ &= 21,84 - 1,749 + 3,5 \\ &= 23,592 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Keterangan : Gunakan Nilai Terbesar

Faktor modifikasi untuk 20 sampel = 1,08

$$f'_c = 23,592 / 1,08$$

$$f'_c = 21,84 \text{ Mpa} > f_c \text{ Rencana} = 20 \text{ Mpa}$$

Dari hasil pengujian kuat tekan beton normal didapatkan nilai kuat tekan karakteristik sebesar 21,84 MPa. Nilai kuat tekan karakteristik ini memenuhi standar dimana nilai kuat tekan karakteristik yang ingin dicapai yaitu sebesar 20 MPa.

Nilai kuat tekan tersebut dapat digunakan sebagai acuan untuk mencari nilai kuat tekan pada beton variasi.

4.2.3 Beton Variasi

a. Perencanaan Campuran variasi beton

Komposisi bahan campuran beton dilakukan pendekatan perbandingan kuat tekan pada beton normal. Komposisi variasi beton dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.6 Komposisi campuran beton variasi untuk 1 sampel

BAHAN BETON	P100%	PL100%	P50%+PL50%	Total (kg)
Air (kg)	1,37	1,37	1,37	4,11
Semen (kg)	2,46	2,46	2,46	7,38
Pasir	4,52	-	2,26	6,79
B. Pch (kg)	6,51	6,51	6,51	19,53

Tabel 4.7 Komposisi campuran beton variasi untuk 3 sampel

BAHAN BETON	P100%	PL100%	P50%+PL50%	Total (kg)
Air (kg)	4,11	4,11	4,11	12,33
Semen (kg)	7,38	7,38	7,38	22,13
Pasir Gowa	13,57	-	6,79	20,36
B. Pch (kg)	19,53	19,53	19,53	58,59
Pasir Lasape	-	13,57	6,79	20,36
Jumlah	3	3	3	9

Tabel 4.8 Komposisi campuran beton variasi abu cangkang telur untuk 1

sampel

BAHAN BETON	P100%+ ACT5%	PL100+ ACT5%	P50%+PL50%+ ACT5%	P100%+ ACT10%	PL100+ ACT10%	P50%+PL50%+ ACT10%	TOTAL (kg)
Air (kg)	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	8,22
Semen (kg)	2,46	2,46	2,46	2,46	2,46	2,46	14,76
Pasir	4,52	-	2,26	4,52	-	2,26	13,57
B. Pch (kg)	6,51	6,51	6,51	6,51	6,51	6,51	39,06
Pasir Lasape	-	4,52	2,26	-	4,52	2,26	13,57
Abu Cangkang Telur	0,12	0,12	0,12	0,25	0,25	0,25	1,11

Tabel 4.9 Komposisi campuran beton variasi abu cangkang telur untuk 3

sampel

BAHAN BETON	P100%+ ACT5%	PL100+ ACT5%	P50%+PL50%+ ACT5%	P100%+ ACT10%	PL100%+ ACT10%	P50%+PL50%+ ACT10%	TOTAL (kg)
Air (kg)	4,11	4,11	4,11	4,11	4,11	4,11	24,67
Semen (kg)	7,38	7,38	7,38	7,38	7,38	7,38	44,27
Pasir	13,57	-	6,79	13,57	-	6,79	40,71
B. Pch (kg)	19,53	19,53	19,53	19,53	19,53	19,53	117,17
Pasir Lasape	-	13,57	6,79	-	13,57	6,79	40,71
Abu Cangkang Telur	0,37	0,37	0,37	0,74	0,74	0,74	3,32

Sumber : Hasil Perhitungan

b. Pengujian Slump Test

Pengukuran Slump Test dilakukan untuk mengetahui Kelecekan (*workability*) adukan beton. Kelecekan adukan beton merupakan ukuran dari tingkat kemudahan campuran untuk diaduk, diangkut, dituang, dan dipadatkan tanpa menimbulkan pemisahan bahan penyusun beton (*segregasi*). Tingkat kelecekan ini dipengaruhi oleh komposisi campuran, kondisi fisik dan jenis bahan pencampurnya.

Tabel 4.10. Nilai Slump Beton Variasi.

NO	NOTASI	NILAI SLUMP (cm)
1	PG100 (BN)	8
2	PL100%	9,5
3	PG50+PL50	9
4	PG100+ACT5	8
5	PL100+ACT5	9
6	PG100+ PL100+ACT5	8,5
7	PG100+ACT10	9
8	PL100+ACT10	8
9	PG100+ PL100+ACT10	7,5

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari tabel 4.8 diatas menunjukkan bahwa target slump yang direncanakan yakni 8 ± 2 cm atau antara 8-10 cm masi memenuhi dari setiap pengadukan beton segar yang dilakukan. Dimana pada setiap proses pengakuan diupayakan dalam konsistensi waktu yang sama dengan pengujian slump dilakukan dengan hanya sekali, serta adanya kemudahan dalam proses pemadatan beton dengan cara penusukan hal ini menjelaskan bahwa oada Fas 0,54 dengan slump tersebut diatas mernunjukkan adanya kemudahan dalam pengerjaan beton .

C. kuat tekan beton variasi

tabel 4.11 hasil pengujian kuat tekan beton variasi

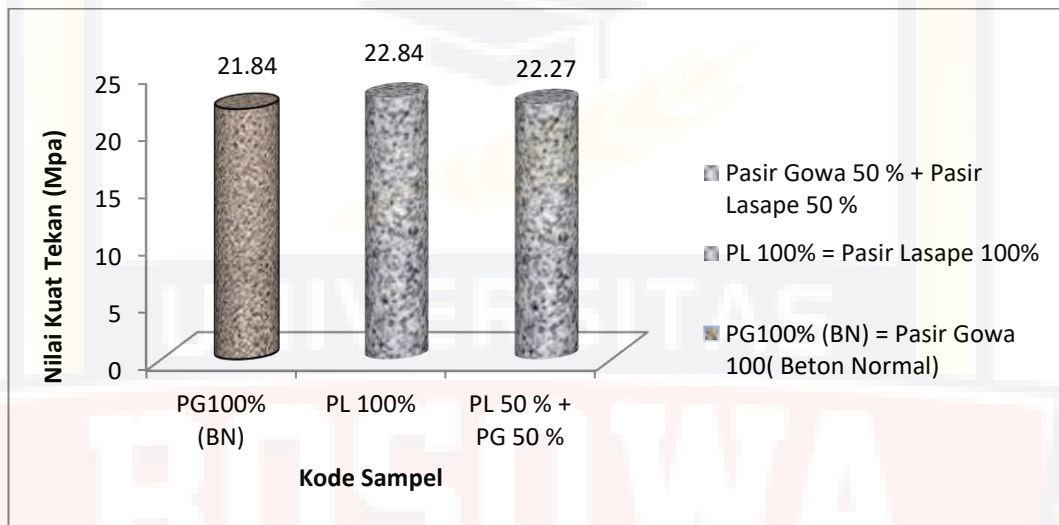
Notasi	Sampel	Berat (kg)	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (cm ²)	Umur (hari)	Beban Maksimum (KN)	Kuat Tekan (N/mm ²)
PL 100%	1	1252	150	300	17662.50	28	395	22.36
	2	1235	150	300	17662.50	28	410	23.21
	3	1255	150	300	17662.50	28	405	22.93
	Rata-Rata							
PG50%+PL50%	1	11775	150	300	17662.50	28	395	22.36
	2	1195	150	300	17662.50	28	390	22.08
	3	1185	150	300	17662.50	28	395	22.36
	Rata-Rata							
PG100% + ACT5%	1	1178	150	300	17662.50	28	390	22.08
	2	11885	150	300	17662.50	28	385	21.80
	3	1192	150	300	17662.50	28	390	22.08
	Rata-Rata							
PL100% + ACT5%	1	1162	150	300	17662.50	28	410	23.21
	2	11375	150	300	17662.50	28	405	22.93
	3	11725	150	300	17662.50	28	415	23.50
	Rata-Rata							
PG50% + PL50% + ACT5%	1	1075	150	300	17662.50	28	410	23.21
	2	10665	150	300	17662.50	28	395	22.36
	3	11115	150	300	17662.50	28	395	22.36
	Rata-Rata							
PG100% + ACT10%	1	10585	150	300	17662.50	28	385	21.80
	2	10225	150	300	17662.50	28	390	22.08
	3	10345	150	300	17662.50	28	380	21.51
	Rata-Rata							
PL100% + ACT10%	1	10585	150	300	17662.50	28	395	22.36
	2	10225	150	300	17662.50	28	405	22.93
	3	10345	150	300	17662.50	28	395	22.36
	Rata-Rata							
PG50% + PL50% + ACT10%	1	10585	150	300	17662.50	28	380	21.51
	2	10225	150	300	17662.50	28	390	22.08
	3	10345	150	300	17662.50	28	380	21.51
	Rata-Rata							

Sumber :Hasil Perhitungan

4.3 Pembahasan

4.3.1 Pengaruh pasir gowa terhadap kuat tekan beton dapat dilihat pada grafik sebagai berikut;

Grafik 4.5 Pengaruh pasir gowa terhadap kuat tekan beton.



Sumber hasil perhitungan

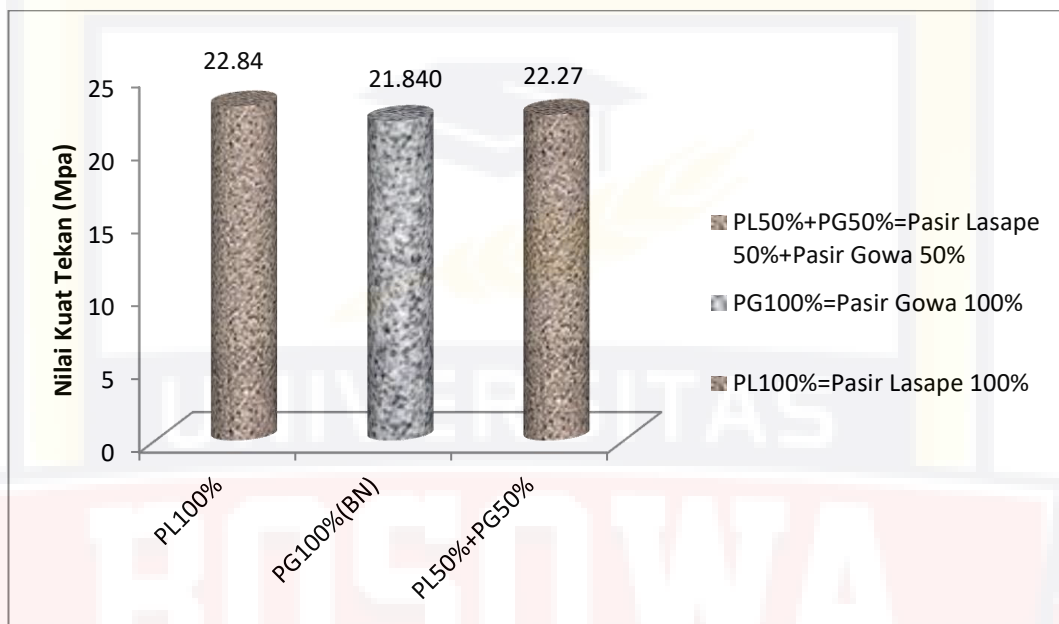
Tabel 4.12 Persentase kenaikan kuat tekan beton dengan menggunakan pasir gowa

Notasi	Kuat Tekan	Persentase Kenaikan
PG100 % (BN)	21,84	4,45 %
PL 100 %	22,84	
PG100 % (BN)	21,84	1.97 %
PL 50 % PG 50 %	22,27	

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan nilai kuat tekan variasi pada tabel diatas terlihat bahwa kuat tekan tertinggi terdapat pada beton variasi pasir lasape dengan kuat tekan 22,84 Mpa menunjukkan kuat tekan naik sebesar 4,45 % dari beton normal. Pada campuran variasi pasir lasape 50 % dan pasir gowa 50 % kuat tekan naik sebesar 1,97 %.

4.3.2 Pengaruh pasir Lasape terhadap kuat tekan beton dapat dilihat pada grafik sebagai berikut:

Grafik 4.6 Pengaruh pasir Lasape terhadap kuat tekan beton.



Tabel 4.13 Persentase kenaikan kuat tekan beton dengan menggunakan pasir Lasape

Notasi	Kuat Tekan	Persentase Kenaikan
PL 100 %	22,84	4,45 %
PG 100 (BN) %	21,84	
PL 100 %	22.84	2,49 %
PL 50 % PG 50 %	22,27	

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan nilai kuat tekan variasi pada tabel diatas terlihat bahwa kuat tekan tertinggi terdapat pada beton variasi pasir lasape dengan kuat tekan 22,84 Mpa menunjukkan kuat tekan naik sebesar 4,45 % dari beton normal. Pada campuran variasi pasir lasape 50 % dan pasir gowa 50 % kuat tekan naik sebesar 2,49 %.

4.3.3 Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Telur Terhadap Penggunaan Pasir Gowa dapat di lihat pada grafik sebagai berikut:

Grafik 4.7. Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Telur Terhadap Penggunaan Pasir Gowa

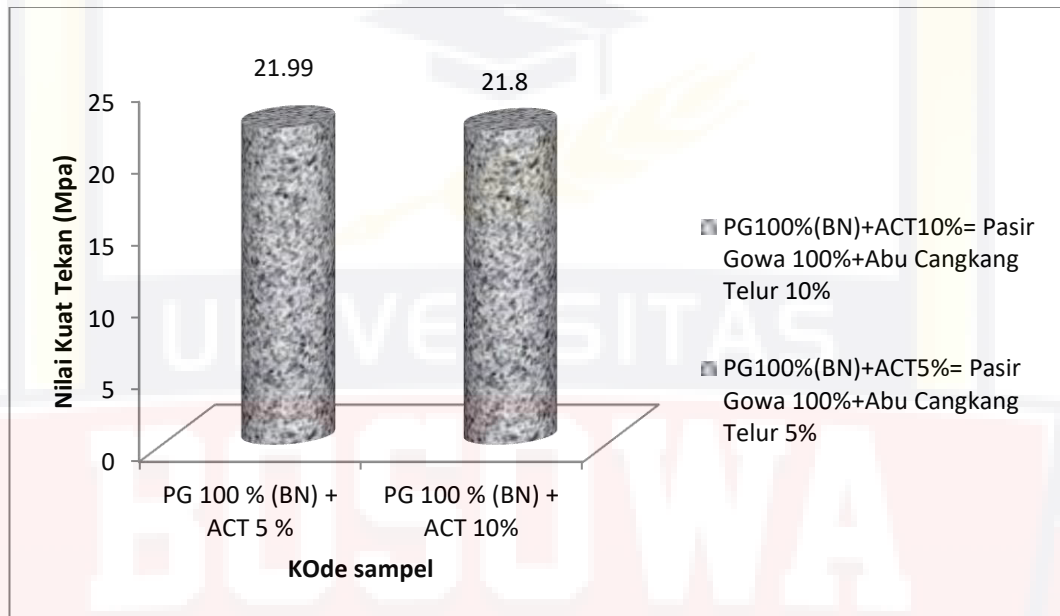


Table 4.14 Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Telur Terhadap Penggunaan Pasir Gowa

Notasi	Kuat Tekan	Persentase
PG100%+ACT5%	21,99	0,86%
PG100%+ACT10%	21,80	

Dari table di atas dapat di bandingkan penggunaan pasir Gowa 100% ditambah Abu cangkang telur 5% dengan pasir gowa 100% ditambah Abu Cangkang Telur 10% kuat tekan turun sebesar 0,86%.

4.3.4 Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Telur Terhadap Penggunaan Pasir lasape dapat di lihat pada grafik sebagai berikut:

Grafik 4.8. Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Telur Terhadap Penggunaan Pasir Lasape

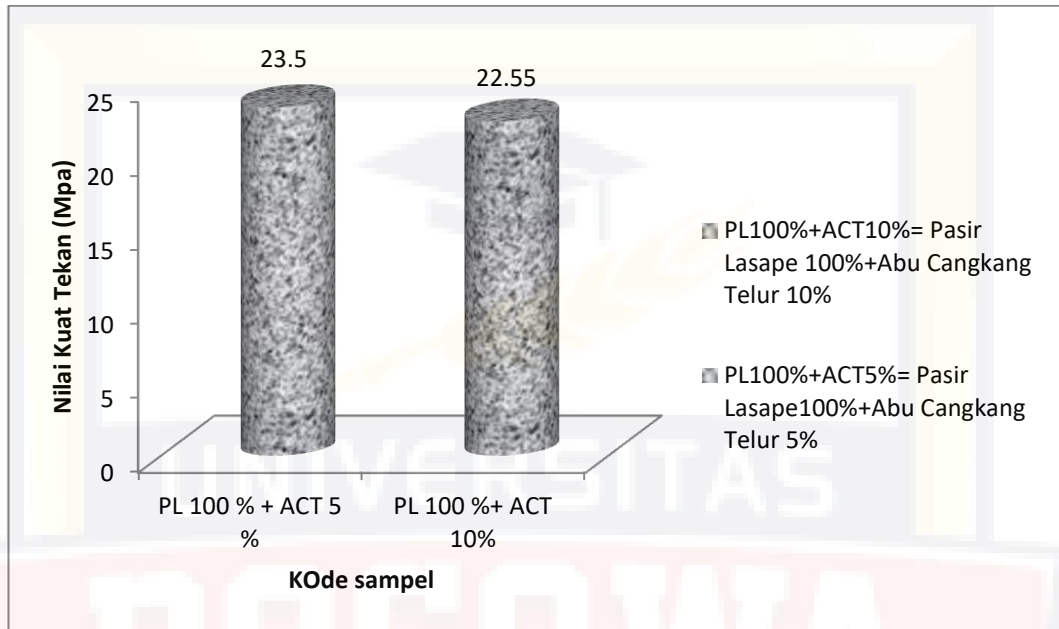


Table 4.15 Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Telur Terhadap Penggunaan Pasir Lasape

Notasi	Kuat Tekan	Persentase
PL100%+ACT5%	23,50	4.04%
PL100%+ACT10%	22,55	

Dari table di atas dapat di bandingkan penggunaan pasir Lasape 100% ditambah Abu cangkang telur 5% dengan pasir Lasape 100% ditambah Abu Cangkang Telur 10% kuat tekan turun sebesar 4.04%.

4.3.5 Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Telur Terhadap Penggunaan Pasir Gowa 50% dan pasir lasape 50% dapat di lihat pada grafik sebagai berikut:

Grafik 4.9. Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Telur Terhadap Penggunaan Pasir Gowa 50% dan pasir lasape 50%.

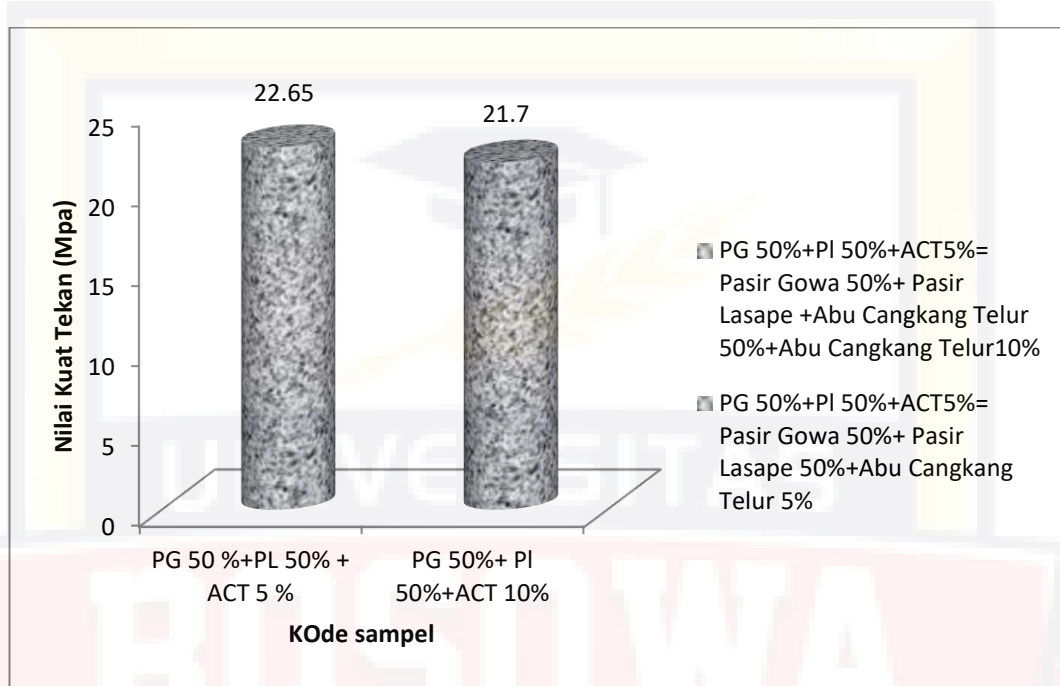


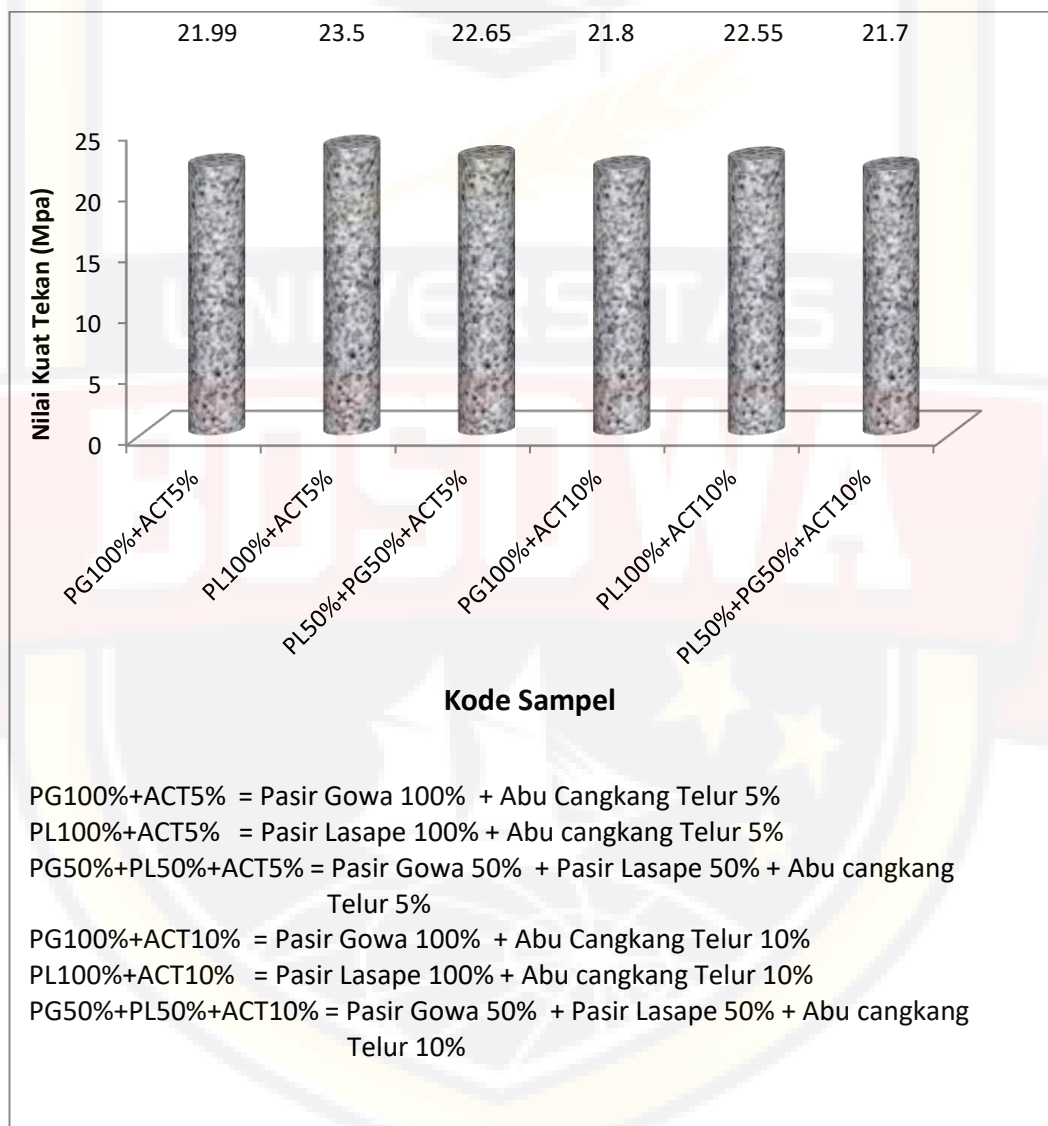
Table 4.16 Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Telur Terhadap Penggunaan Pasir Gowa 50% dan pasir lasape 50%.

Notasi	Kuat Tekan	Persentase
PL100%+ACT5%	22.65	4.19%
PL100%+ACT10%	21.70	

Dari table di atas dapat di bandingkan penggunaan Pasir Gowa 50% dan pasir lasape 50% ditambah Abu cangkang telur 5% dengan Pasir Gowa 50% dan pasir lasape 50% ditambah Abu Cangkang Telur 10% kuat tekan turun sebesar 4.19%.

4.3.6 Pengaruh Abu Cangkang Telur terhadap kuat tekan beton dapat dilihat pada grafik sebagai berikut:

Grafik 4.10. Pengaruh Penambahan abu cangkang telur terhadap kuat tekan beton dengan menggunakan dua jenis pasir yang berbeda.



Sumber hasil perhitungan.

Tabel 4.17 Persentase kenaikan dan penurunan Pengaruh Penambahan abu cangkang telur terhadap kuat tekan beton dengan menggunakan dua jenis pasir yang berbeda

Notasi	Kuat Tekan	Persentase	
		Kenaikan	Penurunan
BN	21,84	0,69%	
PG100%+ACT5%	21,99		
BN	21,84	7,60%	
PL100%+ACT5%	23,50		
BN	21,84	3,71 %	
PL50%+PG50%+ACT5%	22,65		
BN	21,84		0,18 %
PG100%+ACT10%	21,80		
BN	21,84	3,25 %	
PL100%+ACT10%	22,55		
BN	21,84		0,64 %
PL50%+PG50%+ACT10%	21,70		

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan nilai kuat tekan variasi pada tabel diatas terlihat bahwa kuat tekan tertinggi terdapat pada beton variasi pasir lasape 100% + ACT 5% dengan kuat tekan 23,50 Mpa menunjukkan kuat tekan naik sebesar 7,60 % dari beton normal. Pada campuran variasi PG100%+ACT5% naik sebesar 0,69%, variasi PL50%+PG50%+ACT5% kuat tekan naik sebesar 3,71%. sedangkan pada variasi PG100%+ACT10% kuat tekan turun sebesar 0,18 %, variasi PL100%+ACT10% kuat tekan naik 3,25 % dan variasi PL50%+PG50%+ACT10% kuat tekan turun sebesar 0,64 %. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar penggunaan Abu Cangkang Telur kuat tekan semakin menurun.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Pengaruh penambahan abu cangkang telur sebagai tambahan semen terhadap kuat tekan beton dengan menggunakan jenis pasir yang berbeda mampu meningkatkan kuat tekan beton sebesar 3,71% dari beton normal, pada campuran abu cangkang telur 5%
2. Komposisi optimum dari penambahan abu cangkang telur sebagai tambahan semen dengan menggunakan jenis pasir yang berbeda diperoleh dari campuran pasir lasape 100% + abu cangkang telur 5% mengalami kenaikan kuat tekan sebesar 7,60% dari beton normal

5.2 Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan dapat diberikan saran yang diharapkan dapat bermanfaat.

1. Usahakan proses pemadatan dari setiap sampelnya dilakukan secara konsisten agar beton benar-benar padat dan semua pori terisi secara merata
2. Perlunya penelitian lebih lanjut terhadap penambahan abu cangkang telur terhadap kuat tekan beton dengan menggunakan jenis pasir yang berbeda agar didapat komposisi optimum yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Aida, Tria Nur and Masagala, Algazt Aryad, 2020. *Pengaruh Substitusi Limbah Cangkang Telur (Fly Ash) Dengan Persentase 4%, 5%, Dan 6% Dan Kain Perca Sebesar 2% Sebagai Bahan Tambah Pada Beton Terhadap Kuat Tekan*. University Technology Yogyakarta
- A.M. Neville, "*Properties of Concrete*", 3rd Edition, Pitman Publishing, London, 1981
- 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.
- Dina Novianti, Syavira, Hamdi, Lina Flaviana Tilik, 2019. *Pengaruh Cangkang Telur Ayam Sebagai Substitusi Semen Terhadap Kuat Tekan Beton*. Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Sriwijaya
- Fitriani, Siti. Dkk. 2017. *Penggunaan Limbah Cangkang Telur, Abu Sekam, dan Copper Slag Sebagai Material Tambahan Pengganti Semen*. Sekolah Tinggi Teknologi Garut.
- George W. Y. Tumbel Servie O. Dapas, Mielke R. I. A. J. Mondoringin, *Pengaruh Penggunaan Serbuk Cangkang Telur Sebagai Substitusi Parsial Semen Terhadap Nilai Kuat Tarik Lentur Beton*. Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Hibur, Yohanez Berkhemas. 2017. *Pengaruh Serbuk Cangkang Telur Substitusi Semen Terhadap Karakteristik Beton*. Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

- 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.
- Nasution, E.Z. dan R. Bulan. 1997. *Kemungkinan Pemanfaatan Daun Petai Cina, Ampas Daging Kelapa Sawit, Tongkol Jagung dan Kulit Telur sebagai Tambahan Ransum Ayam*. [Skripsi]. Medan. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatra Utara. Hal 20-21
- Michael, Dkk. 2015. *Pengaruh Akibat Adanya Bahan Substitusi Abu Cangkang Telur Sebagai Tambahan Semen dan Kerak Boiler Sebagai Substitusi Pasir*. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- 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. 2003. *Teknologi Beton*. Yogyakarta
- Nawy, Edward G., 1998. *Beton Bertulang (Suatu Pendekatan Dasar)*, Penerbit PT. Rafika Aditama, Bandung
- Nelvia Adi Syafpoetri, dkk 2013. *Pemanfaatan Abu Kulit Kerang (Anadara Grandis) Untuk Pembuatan Ekosemen*. Fakultas Teknik Universitas Riau
- Nugraha P., Antoni, 2007. *Teknologi Beton, dari Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi*, Penerbit Andi, Yogyakarta

Paul Nugraha, Antoni. 2007. *Teknologi Beton*. Penerbit C.V Andi Offset,
Yogyakarta

PBI 1971 .*Peraturan Beton Bertulang Indonesia*

PT. Semen Tonasa, 2004. *Spesifikasi Semen Portland Komposit (PCC)*

Pedoman Beton 1989. SKBI.1.4.53.1989. *Draft consensus.*, Jakarta: DPU,
1989.

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

Putranto, D. 2011. *Bahaya Semen Untuk Dunia*.

Samekto, Wuriyati dan Rahmadianto, Candra. 2001, *Teknologi Beton*,
Penerbit Kanisius, Yogyakarta

SNI 03-2847-2002," *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk
Bangunan Gedung*, Badan Standardisasi Nasional BSN, Jakarta

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.

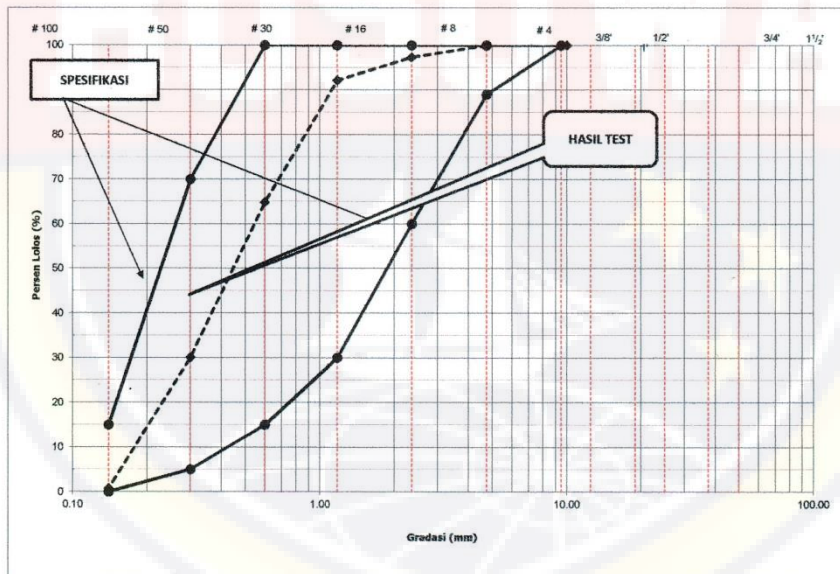


ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS

Material : Pasir
Tanggal : 3 Maret 2020
Sumber : Daya

Nama : Hamdani
Pembimbing : 1. Arman Setiawan, ST, MT
2. Dr. Ir. Hj. Hijriah, ST, MT.

No. Saringan	Total : 1500.5			Total : 1500.2			Rata-Rata % Lolos
	Contoh : 1		Contoh : 2				
	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	
2"	0	0	100	0	0.00	100	100
1 1/2"	0	0	100	0	0.00	100	100
3/4"	0	0	100	0	0.00	100	100
1/2"	0	0	100	0	0.00	100	100
3/8"	0	0	100	0	0.00	100	100
No. 4	0	0	100	0.00	0.00	100	100
No. 8	38.0	2.532	97.468	43.00	2.87	97.13	97.30
No. 16	110.4	7.358	92.642	125.70	8.38	91.62	92.13
No. 30	507.2	33.802	66.198	547.50	36.50	63.50	64.85
No. 50	1039.5	69.277	30.723	1058.30	70.54	29.46	30.09
No. 100	1498.8	99.887	0.113	1479.20	98.60	1.40	0.76



Diperiksa Oleh,
Asisten Laboratorium Bahan dan Struktur Beton

Marlina
Marlina, ST.

Makassar, 18 November 2020

Diuji Oleh,
Mahasiswa

Hamdani
Hamdani



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN
BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS**

**PEMERIKSAAN BERAT ISI AGREGAT HALUS
(PB - 0203 - 76 / SNI 1970 : 2008)**

Material : Pasir lasape
Tanggal : 23 /09/ 2020
Sumber : Daya

Nama : Hamdani
Nim : 45 13 041 022

Lepas

Nomor Benda Uji		I	II
Berat Container (A)	(gr)	6000	5783
Berat Container + Agregat (B)	(gr)	9134	8772
Berat Agregat (C) = (B) - (A)	(gr)	3134	2989
Volume Container (D)	(cm ³)	2031.2	2031.2
Berat Isi Agregat = $\frac{(C)}{(D)}$	(gr/cm ³)	1.543	1.472
Berat Isi Rata-rata Agregat		1.51	

Padat

Nomor Benda Uji		I	II
Berat Container (A)	(gr)	6000	5783
Berat Container + Agregat (B)	(gr)	9597	9287
Berat Agregat (C) = (B) - (A)	(gr)	3597	3504
Volume Container (D)	(cm ³)	2031.2	2150
Berat Isi Agregat = $\frac{(C)}{(D)}$	(gr/cm ³)	1.771	1.630
Berat Isi Rata-rata Agregat		1.70	

Makassar, 18 November 2020

Diperiksa Oleh,
Asisten Laboratorium Bahan dan Struktur
Beton

Marlina, ST.

Diuji Oleh,
Mahasiswa

Hamdani



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

Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus

Material : Pasir lasape
Tanggal : 22 /09/ 2020
Sumber : Daya

Nama : Hamdani
Nim : 45 13 041 022

	A	B	Rata - rata
Berat benda uji kering - permukaan jenuh (SSD) 500	500.3	500.5	500.4
Berat benda uji kering oven B_k	493.7	495.2	494.45
Berat Piknometer diisi air (25°C) B	670.1	671.7	670.9
Berat piknometer + benda uji (SSD) + air(25°C) B_t	971.5	973.6	972.55

	A	B	Rata - rata
Berat jenis (Bulk) $\frac{B_k}{(B + 500 - B_t)}$	2.49	2.50	2.49
Berat jenis kering - permukaan jenuh $\frac{500}{(B + 500 - B_t)}$	2.52	2.52	2.52
Berat jenis semu (Apparent) $\frac{B_k}{(B + B_k - B_t)}$	2.57	2.56	2.56
Penyerapan (Absorption) $\frac{(500 - B_k)}{B_k} \times 100\%$	1.28	0.97	1.12

Makassar, 18 November 2020

Diperiksa Oleh,
Asisten Laboratorium Bahan dan Struktur
Beton

Marlina

Marlina, ST.

Diuji Oleh,
Mahasiswa

Hamdani

Hamdani



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

PEMERIKSAAN KADAR AIR AGREGAT HALUS

Material : Pasir lasape
Tanggal : 23 /09/2020
Sumber :Daya

Nama : Hamdani
Nim : 45 13 041 022

			I	II
Berat benda uji	gram	A	1500.1	1500.3
Berat benda uji kering oven	gram	B	1453.4	1454.7
Berat Air	gram	$C (A - B)$	46.7	45.6
Kadar Air	%	$(C/B)*100$	3.21	3.13
Kadar Air Rata- rata		%	3.17	

Makassar, 18 November 2020

Diperiksa Oleh,
Asisten Laboratorium Bahan dan Struktur
Beton


Marlina, ST.

Diuji Oleh,
Mahasiswa


Hamdani



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR AGREGAT HALUS

Material : Pasir lasape
Tanggal : 24 /09/ 2020
Sumber : Daya

Nama : Hamdani
Nim : 45 13 041 022

			I	II
Berat benda uji sebelum dicuci	gram	A	1500.5	1500.1
Berat benda uji setelah dicuci	gram	B	1459.9	1456.1
Berat lumpur	gram	$C (A - B)$	40.6	44
Kadar lumpur	%	$(C/A)*100$	2.71	2.93
Kadar Lumpur Rata- rata	%		2.82	

Makassar, 18 November 2020

Diperiksa Oleh,
Asisten Laboratorium Bahan dan Struktur
Beton

Martina, ST.

Diuji Oleh,
Mahasiswa

Hamdani

UNIVERSITAS
BOSOWA



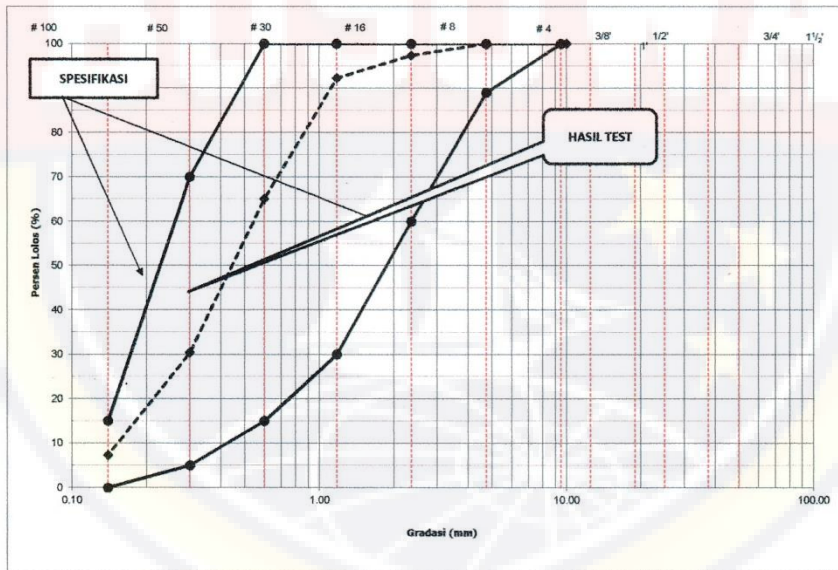


ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS

Material : Pasir
 Tanggal : 3 Maret 2020
 Sumber : PT.Kalimas Gowa

Nama : Hamdani
 Pembimbing : 1.Arman Setiawan,ST,MT
 2. Dr.Ir.Hj.Hijriah,ST.MT.

Total :		1503.4			Total :			1503.2			Rata-Rata % Lolos
No. Saringan	Contoh : 1			Contoh : 2			kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos		
	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos								
2"	0	0	100	0	0.00	100				100	
1 1/2"	0	0	100	0	0.00	100				100	
3/4"	0	0	100	0	0.00	100				100	
1/2"	0	0	100	0	0.00	100				100	
3/8"	0	0	100	0	0.00	100				100	
No. 4	0.30	0	100	0.00	0.00	100				100	
No.8	37.00	2.46	97.54	42.00	2.79	97.21				97.37	
No.16	109.50	7.28	92.72	122.80	8.17	91.83				92.27	
No.30	505.70	33.64	66.36	544.90	36.25	63.75				65.06	
No.50	1038.60	69.08	30.92	1053.10	70.06	29.94				30.43	
No.100	1388.70	92.37	7.63	1400.10	93.14	6.86				7.24	



Diperiksa Oleh,
 Asisten Laboratorium Bahan dan Struktur Beton

Marlina
 Marlina, ST.

Makassar, 18 November 2020

Diuji Oleh,
 Mahasiswa

Hamdani
 Hamdani



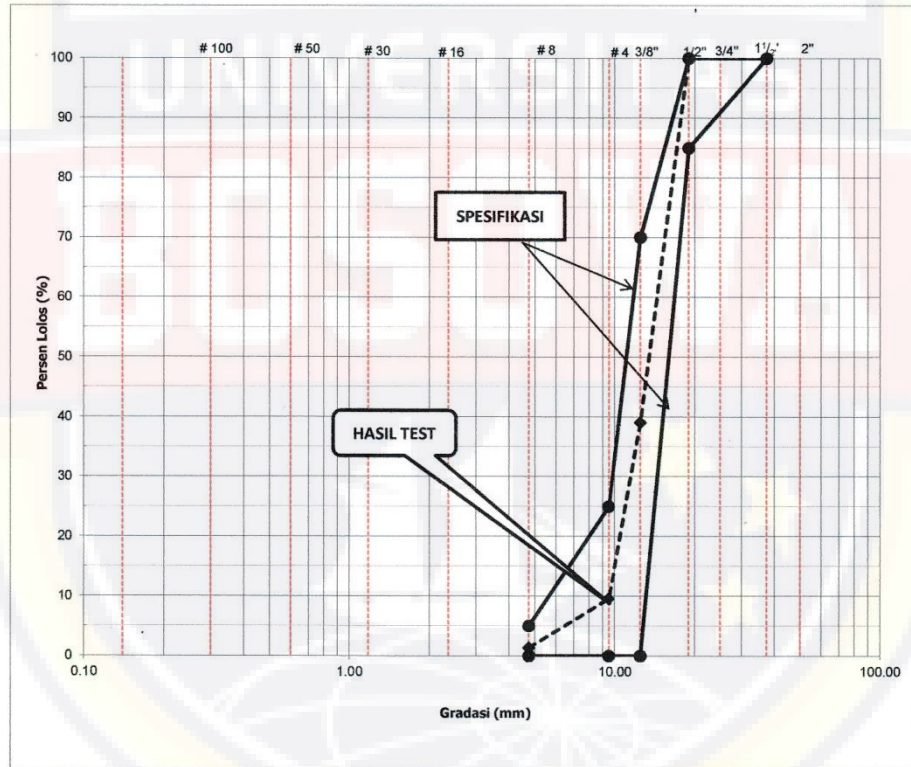
**LABORATORIUM STRUKTUR & BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR**

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR

Material : Batu Pecah 1-2
Tanggal : 3 Maret 2020
Sumber : PT.Kalimas Gowa

Nama : Hamdani
Pembimbing : 1. Arman Setiawan,ST .MT.
2. Dr.Ir.Hj.Hijriah,ST.MT.

No. Saringan	Total : 2502.4			Total : 2503.9			Rata-Rata % Lolos
	Sampel : 1 Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Sampel : 2 Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	
2"	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00	100.00
1 1/2"	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00	100.00
3/4"	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00	100.00
1/2"	1640.60	65.56	34.44	1411.20	56.36	43.64	39.04
3/8"	2323.70	92.86	7.14	2204.80	88.05	11.95	9.54
No.4	2480.20	99.11	0.89	2457.10	98.13	1.87	1.38
No.8	2490.10	99.51	0.49	2483.60	99.19	0.81	0.65
No.16	2491.40	99.56	0.44	2484.80	99.24	0.76	0.60
No.30	2491.60	99.57	0.43	2485.70	99.27	0.73	0.58
No.50	2493.40	99.64	0.36	2487.50	99.36	0.64	0.50
No.100	2493.90	99.66	0.34	2488.00	99.98	0.02	0.18
Pan	2502.30	100.00	0.00	2503.30	99.98	0.02	0.01



Makassar, 18 November 2020

Diperiksa Oleh,
Asisten Laboratorium Bahan dan Struktur
Beton

Marlina
Marlina,ST.

Diuji Oleh,
Mahasiswa
Hamdani
HAMDANI



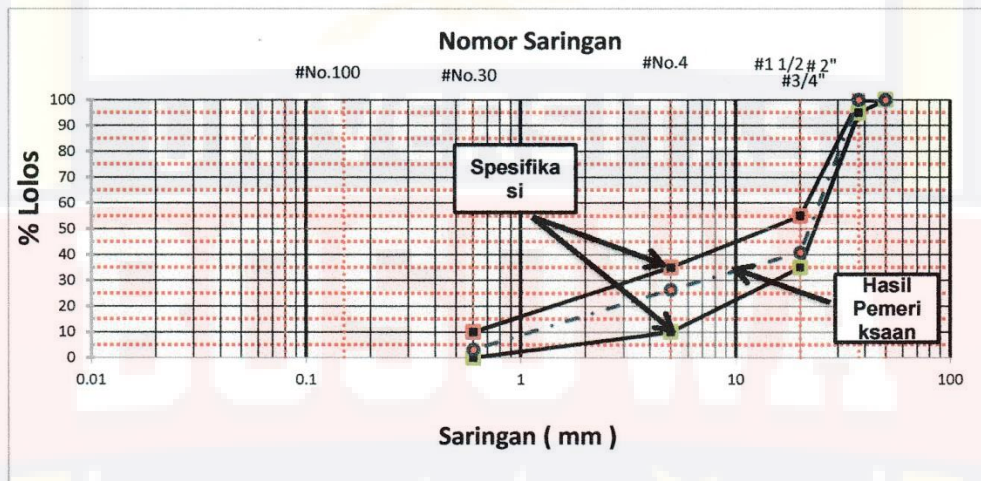
**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

COMBINED AGGREGATE GRADING

Material : Batu Pecah (1-2) & Pasir Sungai
Tanggal : 03 maret 2020
Sumber : PT.Kalimas Gowa

ASTM SIEVE SIZE	AGGREGATE GRADING (AVARAGE)				COMBINED AGGREGATE GRADING BETON (Maksimum Nominal 20 mm)											SPEC	AGG. SURFACE FACTOR	
	a	b	c	d	I	II	III	IV	V	VI	VII	VII	IX	X	XI			
1 1/2"	100	100			100												100	
3/4"	100	100			100.00												95-100	
No. 4	1.378	100			40.83												35-55	
No. 30	0.579	65.06			26.37												10-35	
No. 100	0.487	7.24			3.19												0-10	

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



Diperiksa Oleh,

Asisten Laboratorium Bahan dan
Struktur Beton

Marlina

Marlina,ST.

Makassar, 18 November 2020

Diuji Oleh,
Mahasiswa

Hamdani

Hamdani



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

PEMERIKSAAN BERAT ISI AGREGAT HALUS

Material : Pasir
Tanggal : 3 Maret 2020
Sumber : PT. Kalimas Gowa

Nama : Hamdani
Pembimbing : 1. Arman Setiawan, ST.MT
2. Dr. Ir. Hj. Hijriah, ST.MT.

Lepas

Nomor Benda Uji		I	II
Berat Container (A)	(gr)	6000	5783
Berat Container + Agregat (B)	(gr)	9034	8712
Berat Agregat (C) = (B) - (A)	(gr)	3034	2929
Volume Container (D)	(cm ³)	2031.2	2031.2
Berat Isi Agregat = $\frac{(C)}{(D)}$ (gr/cm ³)		1.494	1.442
Berat Isi Rata-rata Agregat		1.47	

Padat

Nomor Benda Uji		I	II
Berat Container (A)	(gr)	6000	5783
Berat Container + Agregat (B)	(gr)	9288	9066
Berat Agregat (C) = (B) - (A)	(gr)	3288	3283
Volume Container (D)	(cm ³)	2031.2	2150
Berat Isi Agregat = $\frac{(C)}{(D)}$ (gr/cm ³)		1.619	1.527
Berat Isi Rata-rata Agregat		1.57	

Makassar, 18 November 2020

Diperiksa Oleh,
Asisten Laboratorium Bahan dan Struktur
Beton

Marlina, ST.

Diuji Oleh,
Mahasiswa

Hamdani



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

PEMERIKSAAN BERAT ISI AGREGAT KASAR

Material : Batu Pecah 1-2
Tanggal : 3 Maret 2020
Sumber : PT. Kalimas Gowa

Nama : Hamdani
Pembimbing : 1. Arman Setiawan, ST, MT
2. Dr. Ir. Hj. Hijriah, ST, MT.

Lepas

Nomor Benda Uji		I	II
Berat Container (A)	(gr)	6000	5783
Berat Container + Agregat (B)	(gr)	8911	8658
Berat Agregat (C) = (B) - (A)	(gr)	2911	2875
Volume Container (D)	(cm ³)	2031.2	2031.2
Berat Isi Agregat = $\frac{(C)}{(D)}$	(gr/cm ³)	1.433	1.415
Berat Isi Rata-rata Agregat		1.424	

Padat

Nomor Benda Uji		I	II
Berat Container (A)	(gr)	6000	5783
Berat Container + Agregat (B)	(gr)	9332	9062
Berat Agregat (C) = (B) - (A)	(gr)	3332	3279
Volume Container (D)	(cm ³)	2031.2	2031.2
Berat Isi Agregat = $\frac{(C)}{(D)}$	(gr/cm ³)	1.640	1.614
Berat Isi Rata-rata Agregat		1.63	

Makassar, 18 November 2020

Diperiksa Oleh,

Asisten Laboratorium Bahan dan Struktur Beton

Marlina, ST.

Diuji Oleh,
Mahasiswa

Hamdani



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Material : Batu Pecah 1-2
Tanggal : 3 Maret 2020
Sumber : PT.Kalimas Gowa

Nama : Hamdani
Pembimbing : 1. Arman Setiawan,ST,MT.
2. Dr.Ir.Hj.Hijriah,ST.MT.

		A	B	Rata-Rata
Berat Benda Uji Kering Oven	B_k	1932.7	1945.9	1939.3
Berat Benda Uji Kering - Permukaan Jenuh	B_j	2000.1	2000.3	2000.2
Berat Benda Uji dalam Air	B_a	1225.9	1233.2	1229.6

		A	B	Rata-Rata
Berat Jenis (Bulk)	$\frac{B_k}{B_j - B_a}$	2.50	2.54	2.52
Berat Jenis Kering - Permukaan Jenuh	$\frac{B_j}{B_j - B_a}$	2.58	2.61	2.60
Berat Jenis Semu (Apparent)	$\frac{B_k}{B_k - B_a}$	2.73	2.73	2.73
Penyerapan (Absorption)	$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$	3.49	2.80	3.14

Makassar, 18 November 2020

Diperiksa Oleh,

Asisten Laboratorium Bahan dan Struktur Beton

Marlina,ST.

Diuji Oleh,
Mahasiswa

Hamdani



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

Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus

Material : Pasir gowa
Tanggal : 3 Maret 2020
Sumber : PT.Kalimas Gowa

Nama : Hamdani
Pembimbing : 1. Arman Setiawan,ST,MT.
2. Dr.Ir.Hj.Hijriah,ST,MT.

	A	B	Rata - rata
Berat benda uji kering - permukaan jenuh	500.2	500.3	500.25
(SSD) _____ 500			
Berat benda uji kering oven _____ B_k	492.9	488.6	490.75
Berat Piknometer diisi air (25°C) _____ B	662.1	670.7	666.4
Berat piknometer + benda uji (SSD)	964.8	973.6	969.2
+ air(25°C) _____ B_t			

	A	B	Rata - rata
Berat jenis (Bulk) $\frac{B_k}{(B + 500 - B_t)}$	2.50	2.48	2.49
Berat jenis kering - permukaan jenuh $\frac{500}{(B + 500 - B_t)}$	2.53	2.54	2.54
Berat jenis semu (Apparent) $\frac{B_k}{(B + B_k - B_t)}$	2.59	2.63	2.61
Penyerapan (Absorption) $\frac{(500 - B_k)}{B_k} \times 100\%$	1.44	2.33	1.89

Diperiksa Oleh,

Asisten Laboratorium Bahan dan Struktur Beton

Marlina

Marlina,ST.

Makassar, 18 November 2020

Diuji Oleh,
Mahasiswa

Hamdani

Hamdani



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

PEMERIKSAAN KADAR AIR AGREGAT KASAR

Material : Batu Pecah 1-2
Tanggal : 3 Maret 2020
Sumber : PT.Kalimas Gowa

Nama : Hamdani
Pembimbing : 1. Arman Setiawan,ST.MT.
2. Dr.Ir.Hj.Hijriah,ST.MT.

			I	II
Berat benda uji	gram	A	2500.3	2500.0
Berat benda uji kering oven	gram	B	2479.1	2477.4
Berat Air	gram	C (A - B)	21.2	22.6
Kadar Air	%	(C/B)*100	0.86	0.91
Kadar Air Rata- rata	%		0.88	

Diperiksa Oleh,

Makassar, 18 November 2020

Asisten Laboratorium Bahan dan Struktur
Beton

Diuji Oleh,
Mahasiswa


Marlina,ST.


Hamdani



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

PEMERIKSAAN KADAR AIR AGREGAT HALUS

Material : Pasir
Tanggal : 3 Maret 2020
Sumber : PT. Kalimas Gowa

Nama : Hamdani
Pembimbing : 1. Arman Setiawan, ST.MT.
2. Dr. Ir. Hj. Hijriah, ST.MT.

			I	II
Berat benda uji	gram	A	1500.4	1500.1
Berat benda uji kering oven	gram	B	1446.3	1445.1
Berat Air	gram	$C (A - B)$	54.1	55
Kadar Air	%	$(C/B)*100$	3.74	3.81
Kadar Air Rata- rata	%		3.77	

Diperiksa Oleh,
Asisten Laboratorium Bahan dan Struktur Beton


Marina, ST.

Makassar, 18 November 2020

Diuji Oleh,
Mahasiswa


Hamdani



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR AGREGAT KASAR

Material : Batu Pecah 1-2
Tanggal : 3 Maret 2020
Sumber : PT. Kalimas Gowa

Nama : Hamdani
Pembimbing : 1. Arman Setiawan, ST.MT.
2. Dr. Ir. Hj. Hijriah, ST.MT.

			I	II
Berat benda uji sebelum dicuci	gram	A	2000.3	2000.2
Berat benda uji setelah dicuci	gram	B	1975.4	1981.9
Berat lumpur	gram	C (A - B)	24.9	18.3
Kadar lumpur	%	(C/A)*100	1.24	0.91
Kadar Lumpur Rata- rata	%		1.08	

Diperiksa Oleh,

Asisten Laboratorium Bahan dan Struktur Beton

Marlina, ST.

Makassar, 18 November 2020

Diuji Oleh,
Mahasiswa

Hamdani



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR AGREGAT HALUS

Material : Pasir
Tanggal : 3 Maret 2020
Sumber : PT. Kalimas Gowa

Nama : Hamdani
Pembimbing : 1. Arman Setiawan, ST.MT.
2. Dr. Ir. Hj. Hijriah, ST.MT.

			I	II
Berat benda uji sebelum dicuci	gram	A	1500.1	1500.5
Berat benda uji setelah dicuci	gram	B	1482.5	1476.6
Berat lumpur	gram	C (A - B)	17.6	23.9
Kadar lumpur	%	(C/A)*100	1.17	1.59
Kadar Lumpur Rata- rata	%		1.38	

Makassar, 18 November 2020

Diperiksa Oleh,

Asisten Laboratorium Bahan dan Struktur Beton

Marlina, ST.

Diuji Oleh,
Mahasiswa

Hamdani

UNIVERSITAS
BOSOWA





LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

D.1 RANCANG CAMPURAN BETON
(CONCRETE MIX DESIGN)

Material : Rancangan Campuran Beton (Mix Design)

Tanggal :

Data :

Slump	=	10.00	cm
Kuat tekan yang disyaratkan (Silinder)	=	20	Mpa
Deviasi Standar (S)	=	-	Mpa
Nilai Tambah (Margin)	=	7.00	Mpa
Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	=	27.00	Mpa
Faktor Air Semen Bebas (Fas)	=	0.53	(Grafik)
Faktor Air Semen Maksimum	=	0.60	(Tabel)
Kadar Air Bebas	=	205	kg/m ³
Kadar Semen Maksimum	=	387	kg/m ³
Kadar Semen Minimum	=	275	(Tabel)
Berat Isi Beton	=	2338	(Grafik)
Kadar Agregat Gabungan	=	1745.71	kg/m ³
Kadar Agregat Halus	=	698.28	kg/m ³
Kadar Agregat Kasar	=	1047.42	kg/m ³
Berat Jenis Gabungan	=	2.58	kg/m ³

a. Menentukan deviasi standar

Berdasarkan nilai kuat tekan yang disyaratkan yaitu 20 Mpa (silinder), maka :

Deviasi standar (S) tabel modifikasi deviasi standar = -

b. Menghitung nilai tambah (margin)

m = 7 Mpa

c. Menghitung kuat tekan rata-rata

$f_c = f_c + M$

$f_c = 20 + 7.00 = 27.00$ Mpa

d. Menetapkan jenis semen yang digunakan dalam campuran

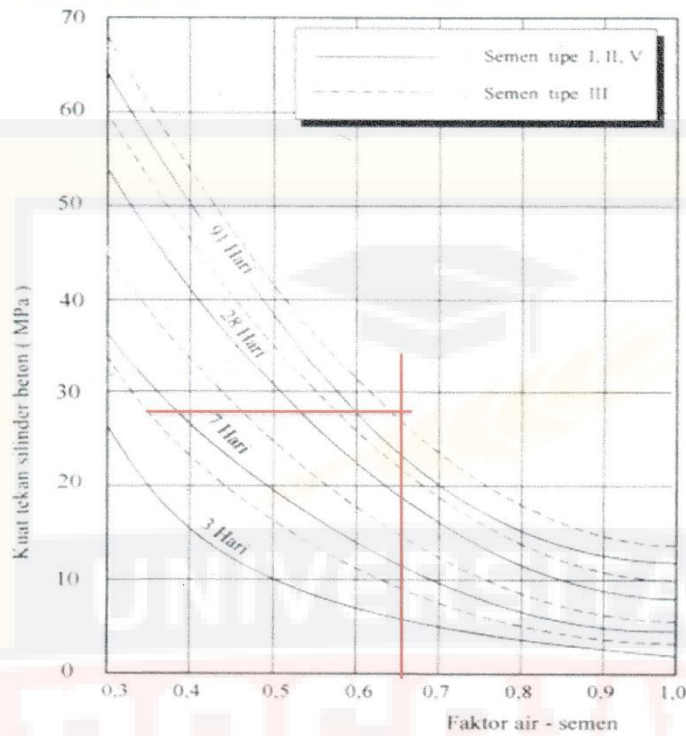
Jenis semen = Type I

e. Menetapkan jenis agregat halus dan agregat kasar

Agregat halus yang digunakan yaitu = Pasir alam
 Agregat kasar yang digunakan yaitu = Batu pecah

f. Menetapkan faktor air semen

Besar faktor air semen (fas) diambil dari grafik
 - berdasarkan kuat tekan rata-rata = 0.53



g. Menetapkan faktor air semen maksimum

Diperoleh dari tabel persyaratan nilai fas maksimum untuk berbagai pembeconan dilingkungan khusus (Beton diluar ruang bangunan terlindung dari hujan dan terik matahari langsung).

- nilai fas maksimum = 0.60

Jenis Pembeconan	Fas	Semen
Beton Di Luar Ruangan	Maksimum	Minimum
a. Tidak Terlindung Dari Hujan Dan Terik Matahari Langsung	0.55	325
b. Terlindung Dari Hujan Dan Terik Matahari Langsung	0.60	275

h. Menetapkan kadar air bebas

Berdasarkan nilai slump 10 cm dan ϕ maksimum agregat 20 mm, maka diperoleh :

Kadar air bebas alami (Wf) = 195 kg/m³ beton
 Kadar air bebas bt. pecah (Wc) = 225 kg/m³ beton
 Kadar air bebas = (2/3 X Wf) + (1/3 X Wc)
 = (2/3 X 195) + (1/3 X 225)
 = 205 kg/m³ beton

i. Penetapan kadar semen

$$\text{Kadar semen Maks} = \frac{\text{Kadar air bebas (WF)}}{\text{Faktor air semen (fas)}} = \frac{205}{0.53} = 386.79 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Kadar semen minimum} = 275 \text{ kg/m}^3 \text{ beton}$$

Jenis Pembetonan	Fas	Semen
	Maksimum	Minimum
a. Tidak Terlindung Dari Hujan Dan Terik Matahari Langsung	0.55	325
b. Terlindung Dari Hujan Dan Terik Matahari Langsung	0.60	275

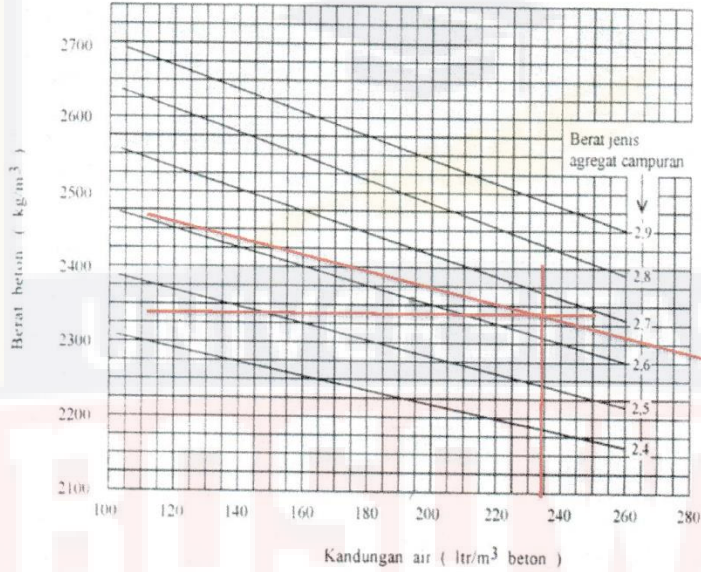
j. Berat jenis gabungan agregat

$$\text{Bj. Gabungan} = a \cdot \text{Bj. Spesifik SSD pasir} + b \cdot \text{Bj. Spesifik SSD b. Pch}$$

$$\text{Bj. Gabungan} = 40\% \times 2.54 + 60\% \times 2.60 = 2.58$$

k. Berat volume beton segar

Berdasarkan nilai bj. Gabungan 2.58 dan kadar air bebas 205, kg/m³ (grafik), maka diperoleh :
 Berat volume beton segar = 2337.5 kg/m³



i. Berat total agregat (pasir+batu pecah)

Berat total agregat = Berat Volume Beton Segar - Kadar Air Bebas - Kadar Semen Maksimum

$$\text{Berat total agregat} = 2337.5 - 205.0 - 386.79 = 1745.71$$

m. Berat masing-masing agregat

Berat pasir	=	40.00%	x	1745.71	=	698.28	kg/m ³ beton
Berat B. Pecah	=	60.00%	x	1745.71	=	1047.42	kg/m ³ beton
Jumlah					=	1745.71	kg/m ³ beton

n. Hasil mix design SSD karakteristik agregat

Sebelum Koreksi		Sesudah Koreksi (Untuk semen, tidak dikoreksi)	
Air (Wa)	= 205.00 kg/m ³	Air (Wa)	= 215.54
Semen (Ws)	= 386.79 kg/m ³	Semen (Ws)	= 386.79
Pasir (B _{SSDP})	= 698.28 kg/m ³	Pasir (B _{SSDP})	= 711.41
Kerikil (B _{SSDK})	= 1047.42 kg/m ³	Kerikil (B _{SSDK})	= 1023.75
Jumlah	= 2337.50 kg/m ³	Jumlah	= 2337.50

o. Koreksi campuran beton untuk pelaksanaan

$$\begin{aligned} \text{Koreksi Air} &= \text{Jumlah Air} - (\text{Kadar Air Pasir} - \text{Absorpsi Pasir}) \times (\text{Jumlah Pasir} / 100) \\ &\quad - (\text{Kadar Air Kerikil} - \text{Absorpsi Kerikil}) \times (\text{Jumlah Kerikil} / 100) \\ &= 205 - (3,77 - 1,89) \times (698,28 / 100) - (0,88 - 3,14) \times (1047,12 / 100) \\ &= 215.54 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Koreksi Pasir} &= \text{Jumlah Pasir} + (\text{Kadar Air Pasir} - \text{Absorpsi Pasir}) \times (\text{Jumlah Pasir} / 100) \\ &= 698,28 + 3,77 - 1,89 \times (698,08 / 100) = 711.41 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Koreksi Kerikil} &= \text{Jumlah Kerikil} + (\text{Kadar Air Kerikil} - \text{Absorpsi Kerikil}) \times (\text{Jumlah Kerikil} / 100) \\ &= 1047,42 + 0,88 - 3,14 \times (1012,00 / 100) = 1023.75 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Perencanaan mix design adalah sebagai berikut :

BAHAN BETON	BERAT/M ³ BETON (kg)	VOLUME BENDA UJI	BERAT UTK 1 SAMPEL (kg)	BERAT UTK 3 SAMPEL (kg)
Air	215.54	0.0064	1.37	4.11
Semen	386.79	0.0064	2.46	7.38
Pasir	711.41	0.0064	4.52	13.57
B. Pch	1023.75	0.0064	6.51	19.53

Perhitungan Volume Benda Uji

Silinder 15 cm x 30 cm

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

$$V = 1/4 \times 3.14 \times (0,15)^2 \times 0,3$$

$$V = 0.00530 \text{ (Untuk 1 Benda Uji)}$$

$$V = 0.00530 \times 1 \times 1.2$$

$$V = 0.0064 \text{ (Untuk 1 Benda Uji)}$$

Dimana 1,2 adalah Faktor Koreksi

V = Volume Benda Uji

V = Volume Benda Uji

D = Jari - Jari

MIX DESIGN VARIASI UNTUK 1 SAMPEL

BAHAN BETON	P100%	PL100%	P50%+PL50%	Total (kg)
Air (kg)	1.37	1.37	1.37	4.11
Semen (kg)	2.46	2.46	2.46	7.38
Pasir	4.52	-	2.26	6.79
B. Pch (kg)	6.51	6.51	6.51	19.53
Pasir Lasape	-	4.52	2.26	6.79
Jumlah	1	1	1	3

MIX DESIGN VARIASI UNTUK 3 SAMPEL

BAHAN BETON	P100%	PL100%	P50%+PL50%	Total (kg)
Air (kg)	4.11	4.11	4.11	12.33
Semen (kg)	7.38	7.38	7.38	22.13
Pasir	13.57	-	6.79	20.36
B. Pch (kg)	19.53	19.53	19.53	58.59
Pasir Lasape	-	13.57	3.39	16.96
Jumlah	3	3	3	9

MIX DESIGN UNTUK 1 SAMPEL

BAHAN BETON	P100%+ACT5%	PL100+ACT5%	P50%+PL50% +ACT5%	P100%+ACT10%	PL100+ACT10%	P50%+PL50% +ACT10%	TOTAL (kg)
Air (kg)	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	8.22
Semen (kg)	2.46	2.46	2.46	2.46	2.46	2.46	14.76
Pasir	4.52	-	2.26	4.52	-	2.26	13.57
B. Pch (kg)	6.51	6.51	6.51	6.51	6.51	6.51	39.06
Pasir Lasape	-	4.52	2.26	-	4.52	2.26	13.57
Abu Cangkang Telur	0.12	0.12	0.12	0.25	0.25	0.25	1.11
Jumlah	1	1	1	1	1	1	6

MIX DESIGN UNTUK 3 SAMPEL

BAHAN BETON	P100%+ACT5%	PL100+ACT5%	P50%+PL50% +ACT5%	P100%+ACT10%	PL100+ACT10%	P50%+PL50% +ACT10%	TOTAL (kg)
Air (kg)	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	24.67
Semen (kg)	7.38	7.38	7.38	7.38	7.38	7.38	44.27
Pasir	13.57	-	6.79	13.57	-	6.79	40.71
B. Pch (kg)	19.53	19.53	19.53	19.53	19.53	19.53	117.17
Pasir Lasape	-	13.57	6.79	-	13.57	6.79	40.71
Abu Cangkang Telur	0.37	0.37	0.37	0.74	0.74	0.74	3.32
Jumlah	3	3	3	3	3	3	18

Diperiksa Oleh,

Asisten Laboratorium Bahan dan
Struktur Beton

Marlina, ST.

Makassar, 18 November 2020

Diuji Oleh,
Mahasiswa

Hamdani




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

HASIL PEMERIKSAAN AGREGAT HALUS

NO	JENIS PENGUJIAN	HASIL PENELITIAN	SPESIFIKASI	KETERANGAN
1	Berat Jenis Bulk	2.49	1.6-3.3	Memenuhi
	Berat Jenis SSD	2.54	1.6-3.3	Memenuhi
	Berat Jenis Semu	2.61	1.6-3.3	Memenuhi
2	Penyerapan	1.89	0.2%-2%	Memenuhi
3	Kadar Air	3.77	3-5 %	Memenuhi
4	Kadar Lumpur	1.38	0.2-5 %	Memenuhi
5	Berat Isi Lepas	1.47	1.4-1.9 gr/cm ³	Memenuhi
	Berat Isi Padat	1.57	1.4-1.9 gr/cm ³	

HASIL PEMERIKSAAN AGREGAT KASAR

NO	JENIS PENGUJIAN	HASIL PENELITIAN	SPESIFIKASI	KETERANGAN
1	Berat Jenis Bulk	2.52	1.6-3.3	Memenuhi
	Berat Jenis SSD	2.6	1.6-3.3	Memenuhi
	Berat Jenis Semu	2.73	1.6-3.3	Memenuhi
2	Penyerapan	3.14	0.2%-4%	Memenuhi
3	Kadar Air	0.88	0.5%-2%	Memenuhi
4	Kadar Lumpur	1.08	0.2%-1%	Memenuhi
5	Berat Isi Lepas	1.42	1.4-1.9 kg/ltr	Memenuhi
	Berat Isi Padat	1.63	1.4-1.9 kg/ltr	

Makassar, 18 November 2020

Mengetahui,

Kepala Laboratorium Bahan dan Struktur Beton


Eka Yuniarto, ST.MT.

Diperiksa Oleh,

Asisten Laboratorium Bahan dan Struktur Beton


Marlina, ST.



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BOSOWA

Kuat tekan beton normal

NO	BERAT (KG)	BEBAN MAKSIMUM (KN)	KUAT TEKAN (Mpa)
1	12,54	365	20,67
2	12,58	380	21,51
3	12,35	380	21,51
4	12,58	375	21,23
5	12,51	405	22,93
6	12,59	395	22,36
7	12,47	385	21,80
8	12,44	380	21,51
9	12,55	410	23,21
10	12,57	400	22,65
11	12,54	390	22,08
12	12,55	370	20,95
13	12,56	380	21,51
14	12,40	405	22,93
15	12,60	400	22,65
16	12,64	390	22,08
17	12,55	365	20,67
18	12,56	370	20,95
19	12,51	380	21,51
20	12,38	390	22,08
	Jumlah	7715	436,80
	Rata-Rata	389	21,84

Sandar Deviasi

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

$$S = 0,750$$

Kuat Tekan Rata-Rata

$$f_{cr}' = f_c + 1,34 \times s$$

Persamaan I



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

$$f_{cr}' = f_c + 2,33 \times s - 3,5 \quad \text{Persamaan II}$$

Persamaan I

$$f_{cr}' = f_c + 1,34 \times s$$

$$f_c = f_{cr}' - 1,34 \times s$$

$$= 21,84 - 1,34 \times 0,750$$

$$= 21,84 - 1,01$$

$$= 20,834 \text{ Mpa}$$

Persamaan II

$$f_{cr}' = f_c + 2,3 \times s - 3,5$$

$$f_c = f_{cr}' - 2,23 \times s + 3,5$$

$$= 21,84 - 2,33 \times 0,750 + 3,5$$

$$= 21,84 - 1,749 + 3,5$$

$$= 23,592 \text{ Mpa}$$

Keterangan : Gunakan Nilai Terbesar

Faktor modifikasi untuk 20 sampel = 1,08

$$f_c = 23,592 / 1,08$$

$$f_c = 21,84 \text{ Mpa} > f_c \text{ Rencana} = 20 \text{ Mpa}$$

Makassar, 18 November 2020
Mengetahui,
Kepala Laboratorium Bahan dan
Struktur Beton

Eka Yuniarto, ST.MT.



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6- Telp. (0411) 452901 – 342789fax.(0411)424568.
website: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

KEKUATAN TEKAN BETON VARIASI (Silinder) SNI 2847 : 2013

Material : PT.Kalimas Gowa
Tanggal Tes : 25 September 2020

Nama : Hamdani
Pembimbing : 1. Arman Setiawan,ST.MT.
2. Dr.Ir.Hj.Hijriah,ST.MT.

Notasi	Sampel	Berat (kg)	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Volume Penampangan (cm)	Umur (hari)	Beban Maksimum (KN)	Kuat Tekan (N/mm ²)
PL 100%	1	1252	150	300	17662,50	28	395	22,36
	2	1235	150	300	17662,50	28	410	23,21
	3	1255	150	300	17662,50	28	405	22,93
	Rata-Rata							
PG50%+ PL50%	1	11775	150	300	17662,50	28	395	22,36
	2	1195	150	300	17662,50	28	390	22,08
	3	1185	150	300	17662,50	28	395	22,36
	Rata-Rata							
PG100 % + ACT5%	1	1178	150	300	17662,50	28	390	22,08
	2	11885	150	300	17662,50	28	385	21,80
	3	1192	150	300	17662,50	28	390	22,08
	-							
PL100 % + ACT5%	1	1162	150	300	17662,50	28	410	23,21
	2	11375	150	300	17662,50	28	405	22,93
	3	11725	150	300	17662,50	28	415	23,50
	Rata-Rata							
PG50% + PL50% + ACT5%	1	1075	150	300	17662,50	28	405	22,93
	2	10665	150	300	17662,50	28	395	22,36
	3	11115	150	300	17662,50	28	395	22,36
	Rata-Rata							
PG100 % + ACT10%	1	10585	150	300	17662,50	28	385	21,80
	2	10225	150	300	17662,50	28	390	22,08
	3	10345	150	300	17662,50	28	380	21,51
	Rata-Rata							
PL100 % + ACT10%	1	10585	150	300	17662,50	28	395	22,36
	2	10225	150	300	17662,50	28	405	22,93
	3	10345	150	300	17662,50	28	395	22,36
	Rata-Rata							
PG50% + PL50% + ACT10%	1	10585	150	300	17662,50	28	380	21,51
	2	10225	150	300	17662,50	28	390	22,08
	3	10345	150	300	17662,50	28	380	21,51
	Rata-Rata							

Makassar, 18 November 2020

Mengetahui,
Kepala Laboratorium Bahan dan Struktur Beton


Eka Yuniarto, ST.MT.

Dokumentasi Penelitian



Gambar 1. Penyaringan agregat halus



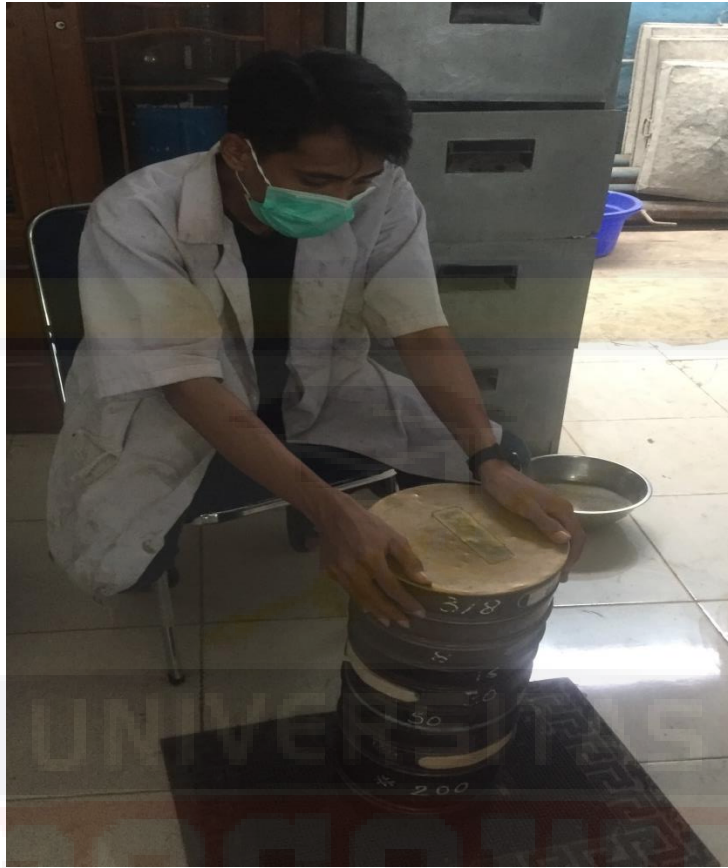
Gambar 2. penimbangan agregat halus



Gambar 3. Pengujian SSD



Gambar 4. Pengujian Berat Jenis



Gambar 5. Pengujian Analisa Saringan



Gambar 6. Penimbangan Agregat Kasar



Gambar 7. Penimbangan Agregat Halus



Gambar 8. Penimbangan ACT



Gambar 9. Memasukkan Benda Uji Dalam Mixer



Gambar 10. Pengujian slump test



Gambar 11. Memasukkan Campuran Dalam Silinder



Gambar 12. Mengeluarkan Benda Uji Dari Bak Perendaman



Gambar 13. Penimbangan Benda uji



Gambar 13. Pengujian Kuat Tekan Beton