

TUGAS AKHIR

VARIASI PENGGUNAAN SEMEN TYPE PPC DAN PCC DENGAN

BOTTOM ASH TERHADAP KUAT TEKAN BETON



Disusun Oleh :

SISWANTO

45 12 041 126

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL

JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

2018



UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

Jl. UripSumoharjo Km. 4Telp. (0411)452991 – 452789 psw 20 Makassar

FAKULTAS TEKNIK

LEMBAR PENGESAHAN

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar No. 156 / SK / FT / UNIBOS / III / 2018, Tanggal 21 Maret 2018, perihal Pengangkatan Panitia dan tim Penguji Tugas Akhir, maka pada :

Hari / Tanggal : Jum'at / 23 Maret 2018
Nama : Siswanto
NomorStambuk : 45 12 041 126
Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Sipil
JudulTugasAkhir : **“VARIASI PENGGUNAAN SEMEN TYPE PPC DAN PCC DENGAN BOTTOM ASH TERHADAP KUAT TEKAN BETON“**

Telah diterima dan disahkan oleh Panitia Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar setelah dipertahankan didepan 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. H. Syahrul Sariman, MT**

(.....)

Sekretaris/Ex Officio : **Nur Hadijah Yunanti, ST,MT**

(.....)

Anggota : **Hijriah, ST, MT**

(.....)

Ir.Hj.Satriawati Cangara,MSp

(.....)

Makassar, 2018

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Ketua Program Studi Jurusan Sipil





LEMBAR PENGAJUAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir :

**"VARIASI PENGGUNAAN SEMEN TYPE PPC DAN PCC DENGAN BOTTOM
ASH TERHADAP KUAT TEKAN BETON"**

Disusun dan diajukan oleh :


Nama Mahasiswa : **SISWANTO**

No. Stambuk : 45 12 041 126

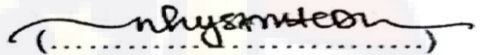
Sebagai salah satu syarat, untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Sipil/Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

Telah Disetujui Komisi Pembimbing

Pembimbing I : Ir. H. Syahrul Sariman, MT


(.....)

Pembimbing II : Nurhadijah Yunianti, ST. MT


(.....)

Mengetahu

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ridwan, ST., M.Si
NIDN 09 10127 01

Ketua Program Studi Jurusan Sipil



Nurhadijah Yunianti, ST.MT
NIDN 09 160682 01

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala berkat, hikmat, bimbingan dan kasih anugerah-Nya yang selalu menyertai mulai dari awal pengumpulan ide, pembuatan proposal, penelitian di Laboratorium hingga penulis dapat menyelesaikan karya penulisan tugas akhir ini, menyangkut masalah dibidang bahan konstruksi dalam hal ini beton, dengan judul **“VARIASI PENGGUNAAN SEMEN TYPE PPC DAN PCC DENGAN BOTTOM ASH TERHADAP KUAT TEKAN BETON”**

Adapun maksud dari penyusunan tugas akhir ini adalah untuk memenuhi persyaratan akademis guna memperoleh gelar kersarjanaan strata satu (S-1) pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bosowa Makassar.

Selesainya penelitian dan penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang telah membantu, mengarahkan, membimbing, dan memberikan dorongan dengan tulus. Bersama ini penulis dengan segala kerendahan hati mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Secara khusus rasa hormat kepada Allah S.W.T dan terima kasih kepada kedua orang tua saya, kakak yang dengan tulus mendoakan, memberikan semangat, membiayai dan selalu mendukung setiap proses studiku.

2. Ibu Dr. Hamsina, ST.,Msi. Selaku Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.
3. Ibu Savitri Prasandi Muyani, ST., MT. Selaku Ketua Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.
4. Bapak Ir. H. Syahrul Sariman, MT. Selaku Dosen Pembimbing I, yang senantiasa meluangkan waktunya untuk membimbing dan membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Ibu Nurhadijah Yunianti, ST., MT. Selaku Dosen Pembimbing II, yang senantiasa meluangkan waktunya untuk membimbing dan membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Eka Yuniarto, ST., MT. Selaku Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.
7. Bapak Ardi,. ST. Selaku Asisten Laboratorium yang selalu meluangkan waktunya untuk membimbing dan memberikan masukan sehubungan dengan penelitian ini.
8. Seluruh Staf Dosen Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.
9. Rekan-rekan Mhasiswa jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar, Khususnya angkatan 2012, aku bangga bisa bertemu, menjadi saudara yang tak sedarah dengan kalian.
10. Rekan-rekan seperjuangan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa Makassar : Ismail, Barmin Palimbu, Wawan Dermawan,

Ahmad Mesa dan rekan-rekan yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah banyak membantu, memberikan semangat dan dukungan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, semoga Allah senantiasa mencurahkan rahmat-Nya atas mereka.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan karena terbatasnya pengetahuan dan kemampuan dari penulis. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritikan dan saran yang membangun guna perbaikan penulisan Tugas Akhir ini.

Makassar, Maret 2018

BOSOWA

PENULIS

SURAT PERNYATAAN

KEASLIAN DAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **Siswanto**

Nomor Stambuk : **45 12 041 126**

Program Studi : **Teknik Sipil**

Judul Tugas Akhir : **Variasi Penggunaan Semen Type PPC**

Dan PCC dengan Bottom Ash Terhadap

Kuat Tekan Beton

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, mengelol 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 sebagai mana mestinya.

Makassar, Maret 2018

Yang Menyatakan



ABSTRAK

SISWANTO, *Variasi Penggunaan Semen Type PPC Dan PCC dengan Bottom Ash Terhadap Kuat Tekan Beton* (dibimbing oleh Syahrul Sariman dan Nurhadijah Yunianti).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan *bottom ash* baik digunakan untuk mengganti sebagian semen PPC (*Portland Pozolan Cement*) atau PCC (*Portland Composit Cement*) terhadap kuat tekan beton. Untuk mengetahui apakah *bottom ash* baik digunakan sebagai pengganti sebagian semen untuk campuran beton yang menggunakan workability maupun homogeneity terhadap campuran beton. Dari hasil penelitian kuat tekan beton variasi, kuat tekan tertinggi terdapat pada variasi PBA - 75 dengan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 18,87 Mpa dengan variasi perbandingan komposisi PPC dan *Bottom Ash* yaitu, 75 : 25. Sebaliknya kuat tekan terendah terdapat pada variasi PBA - 50 yaitu dengan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 4,66 MPa dengan variasi perbandingan komposisi PCC dan Bottom Ash yaitu, 50 : 50 .

Keyword: Bottom Ash, Semen Ppc, Semen Pcc

DAFTAR ISI

HALAMAN

JUDUL.....	
LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PENGAJUAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	vi
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-3
1.3 Tujuan dan Manfaat penelitian	I-3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian dan Batasan Masalah	I-4
1.5 Sistematika Penulisan	I-6
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
2.1 Teori tentang Beton	II-1
2.2 Portland Pozollan Cement (PPC)	II-4
2.3 Portland Composite Cement (PCC)	II-4
2.4 Bottom Ash	II-5
2.5 Material	II-8
2.6 Air	II-21
2.7 Workabilitas	II-23
2.8 Perencanaan Campuran Beton.....	II-24
2.9 Penelitian Terdahulu	II-29
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Bagan Alir Penelitian	III-1
3.2 Penentuan Mix Design Beton Kontrol f_c' 20 MPa	III-2
3.3 Variabel Penelitian	III-3
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Karakteristik Material	IV-1

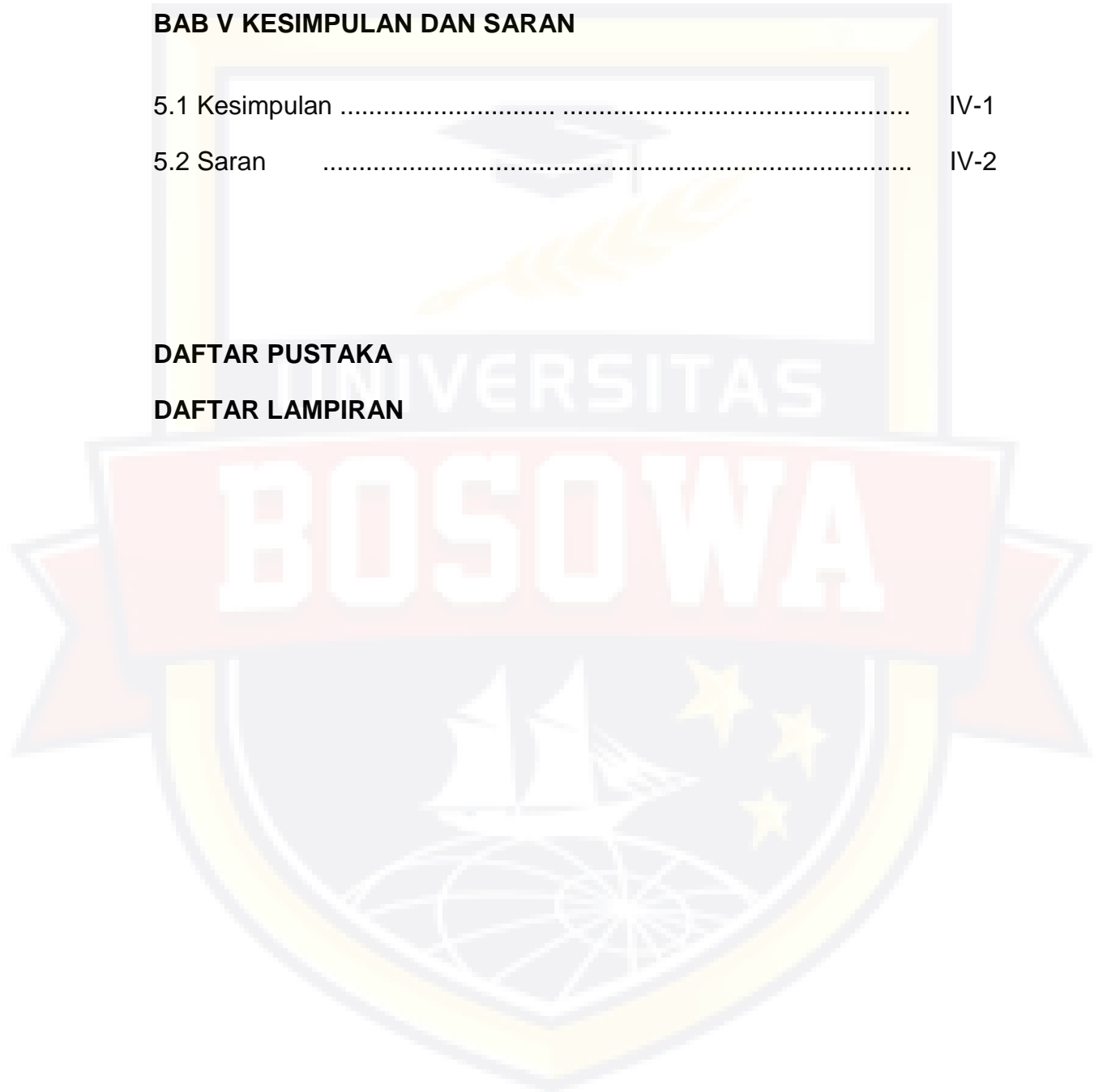
4.2 Perancangan Campuran Beton Normal.....	IV-4
4.3 Beton Variasi	IV-10

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	IV-1
5.2 Saran	IV-2

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1 Perbandingan kuat tekan beton pada berbagai umur.....	II-2
Tabel 2.2 Ukuran butiran dari partikel Bottom ash.....	II-7
Tabel 2.3 Persentase komposisi kadar senyawa kimia semen.....	II-9
Tabel 2.4 Pembagian kekerasan pasir	II-16
Tabel 2.5 Gradasi kerikil	II-16
Tabel 2.6 Penetapan niai standar deviasi.....	II-26
Tabel 2.7 Kuat tekan beton dengan air semen	II-27
Tabel 2.8 Penetapan Niai slump.....	II-29
Tabel 2.9 Perkiraan kebutuhan air	II-29

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Hubungan kuat tekan beton dengan faktor air semen.....	II-27
Gambar 3.1 Diagram alir pembuatan beton normal.....	III-3
Gambar 3.2 Diagram alir pembuatan beton dengan bottom ash.....	III-4
Gambar 4.1 Grafik analisa saringan agregat halus.....	IV-2
Gambar 4.2 Grafik analisa saringan agregat kasar batu pecah 1-2... IV-3	IV-3
Gambar 4.3 Grafik analisa saringan agregat kasar batu pecah 2-3... IV-4	IV-4
Gambar 4.4 Grafik kuat tekan beton normal.....	IV-9
Gambar 4.5 Grafik berat isi beton variasi.....	IV-10
Gambar 4.6 Grafik perbandingan nilai kuat tekan beton PPC dan PCC dengan Bottom Ash terhadap kuat tekan beton.....	IV-12
Gambar 4.7 Grafik nilai kuat tekan beton dengan menggunakan Bottom Ash pada variasi tipe semen yang berbeda.....	IV-13

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan bahan bangunan yang sangat populer digunakan dalam dunia jasa konstruksi. Tidak ada bahan buatan manusia yang digunakan melebihi dari beton di dunia ini. Informasi terakhir menunjukkan bahwa “konsumsi” beton dunia telah mencapai sekitar 8,8 milyar ton per tahun, ekuivalen dengan 1,3 ton untuk tiap manusia di bumi. Jumlah ini nampaknya cenderung akan meningkat mengikuti perkembangan jumlah penduduk serta ilmu pengetahuan dan teknologi. Sejalan dengan hal tersebut, penelitian tentang beton tentunya akan terus dilaksanakan untuk menjawab tuntutan perkembangan zaman dan kondisi lingkungan. (I Made Alit KaryawanSalain : 2009).

Beton merupakan salah satu bahan bangunan yang masih sangat banyak dipakai dalam pembangunan fisik. Harganya yang relative murah dan kemudahan dalam pelaksanaannya membuat beton semakin tak tergantikan dalam dunia konstruksi. Namun selain keuntungan yang dimilikinya, beton juga memiliki beberapa kekurangan.

Diketahui bahwa kinerja beton banyak dipengaruhi oleh bahan pembentuknya yaitu air, semen dan agregat, sehingga pengawasan terhadap mutu dari bahan-bahan tersebut harus diperhatikan dengan seksama agar diperoleh kualitas beton sesuai dengan yang direncanakan.

Sebagai upaya untuk menghemat biaya produksi, mengurangi eksploitasi alam akibat penambangan bahan baku semen serta untuk mengatasi permasalahan lingkungan, belakangan ini telah dikembangkan jenis semen Portland khusus yaitu *Portland Pozzolan Cement (PPC)* diproduksi dari campuran klinker semen portland, gips dan bahan mineral yang mempunyai sifat pozzolan (SNI 15-0302-2004), dan *Portland Composit Cement (PCC)* merupakan perekat hidrolis yang dihasilkan dari penggilingan bersama-sama klinker semen Portland dan gips dengan satu atau lebih bahan anorganik (SNI 15-7064-2004). Tentunya kedua jenis semen tersebut akan memiliki karakter yang berbeda dibandingkan dengan semen Portland tipe I.

Namun demikian, sejauh mana perbedaan yang dihubungkan dengan perkembangan kekuatan beton yang dihasilkan dengan menggunakan masing-masing dari ketiga jenis semen tersebut masih perlu dipelajari.

Di sisi lain diketahui bahwa penggunaan agregat (halus dan kasar) dalam pembuatan beton dapat mencapai sekitar 75% dari keseluruhan bahan yang diperlukan untuk membuat beton. Dengan demikian perhatian terhadap pemilihan jenis maupun karakter dari agregat mendapatkan porsi yang cukup tinggi pula dalam fabrikasi beton. Sehubungan dengan hal tersebut, dalam penelitian ini akan dicari besar pengaruh jenis semen maupun jenis agregat kasar terhadap kuat tekan beton dihubungkan dengan waktu hidrasinya. Maka dari itu penulis mengangkat judul skripsi

yaitu Variasi Penggunaan Semen Type Portland Pozzolan Cement (PPC) dan Portland Composit Cement (PCC) Dengan Bottom Ash Terhadap Kuat Tekan Beton.

Oleh karena itu penelitian ini ditujukan untuk menemukan kegunaan dari *bottom ash* terhadap variasi semen PPC dan PCC dalam campuran beton, sehingga di mungkinkan dapat dimanfaatkan sebagai agregat untuk campuran pembuatan bahan bangunan. Dengan demikian selain dapat mengurangi pencemaran lingkungan akibat penumpukan limbah *bottom ash*, juga dapat menambah nilai ekonomis dari *bottom ash* tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian yang dipaparkan di latar belakang terdapat beberapa rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini, yaitu :

1. Bagaimana pengaruh penggunaan bottom ash baik digunakan untuk mengganti sebagian semen PPC (*Portland Pozolan Cement*) atau PCC (*Portland Composit Cement*) terhadap kuat tekan beton ?
2. Apakah bottom ash baik digunakan sebagai pengganti sebagian semen untuk campuran beton yang menggunakan workability maupun homogenity terhadap campuran beton ?

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Dilakukannya penelitian ini mempunyai maksud dan tujuan, yaitu sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan bottom ash baik digunakan untuk mengganti sebagian semen PPC (*Portland Pozolan Cement*) atau PCC (*Portland Composit Cement*) terhadap kuat tekan beton.
2. Untuk mengetahui apakah bottom ash baik digunakan sebagai pengganti sebagian semen untuk campuran beton yang menggunakan workability maupun homogeneity terhadap campuran beton.

Dengan adanya penelitian ini diharapkan mempunyai manfaat yang ingin dicapai, diantaranya adalah :

1. Memanfaatkan limbah batu bara (bottom ash) sebagai pengganti sebagian semen untuk campuran beton
2. Memberikan masukan pada industri jasa konstruksi (perencana, pelaksana dan pengawas) terutama bagi industry tentang penggunaan variasi semen *Type Portland Pozzolan Cement (PPC)* dan *Portland Composit Cement (PCC)* dengan campuran bottom ash terhadap kuat tekan beton.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian dan Batasan Masalah

1.4.1 Ruang Lingkup Penelitian

1. Beton yang diolah, dicetak, dan dirawat pada umur 28 hari.
2. Material yang digunakan
 - a. Semen PPC & PCC
 - b. Pasir
 - c. Batu pecah

- d. Bottom ash
 - e. Air di laboratorium
3. Pengujian yang dilakukan adalah kuat tekan
 4. Benda uji yang digunakan untuk uji kuat tekan dan absorpsi adalah silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm sebanyak 3 buah pada masing-masing variasi beton.
 5. Mutu beton yang digunakan adalah Fc'20.
 6. Penambahan bottom ash 25 % - 75 % dari jumlah penggunaan semen dan perbandingan bottom ash 50 % - 50 % dari jumlah penggunaan semen.
 7. Pengujian tahap 2 dilakukan setelah mengetahui nilai maksimum pada variasi penambahan **Bottom Ash** kemudian dilakukan perbandingan antara beton normal dengan variasi mutu beton yang menggunakan **Bottom Ash**.
 8. Pemeriksaan slump (*slump test*) dilakukan setiap pengecoran untuk mengetahui kelecakan (*workability*)
 9. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 28 hari untuk semua variasi.

1.4.2 Batasan Masalah

Penulisan skripsi ini dibatasi pada hal-hal sebagai berikut :

1. Tidak melakukan pengujian sifat fisik dan kimia untuk *Bottom Ash*.
2. Tidak melakukan pengujian kuat tarik dan kuat lentur.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam tugas akhir ini terdiri dari lima bab yang berurutan sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini merupakan pendahuluan yang menguraikan latar belakang masalah, rumusan masalah, maksud dan tujuan penulisan, ruang lingkup penelitian, batasan masalah serta sistematika penulisan.

BAB II : KAJIAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang teori – teori yang menyangkut penelitian.

BAB III : METODE PENELITIAN

Bab ini membahas tentang bagan alir penelitian, bahan, lokasi, dan waktu penelitian, metode pengambilan sample , persiapan bahan campuran dan pembuatan benda uji.

BAB IV : HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas tentang hasil rekapitulasi data, analisa rancangan campuran , hasil pengetesan benda uji serta pembahasan hasil penelitian.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Teori Tentang Beton

Beton didefinisikan sebagai bahan yang diperoleh dengan mencampurkan agregat halus, agregat kasar, semen portland dan air tanpa tambahan zat aditif (PBI, 1971). Tetapi belakangan ini definisi dari beton sudah semakin luas, yaitu beton adalah bahan yang terbuat dari berbagai macam tipe semen, agregat dan juga bahan pozzolan, abu terbang, terak dapur tinggi, sulfur, serat dan lain-lain (Nawy Edward: 1990).

Dalam perencanaan beton sering dikenal istilah beton konvensional, yaitu beton dengan penggunaan material, teknologi dan peralatan yang masih sederhana. Nilai kuat tekan beton dapat diketahui dari hasil pengujian kuat tekan terhadap benda uji kubus (150 x 150 x 150 mm) yang dibebani dengan gaya tekan dengan kecepatan dan besar tertentu secara bertahap hingga benda uji tersebut hancur.

1. Kuat Tekan Beton

Sifat beton yang baik adalah jika beton tersebut memiliki kuat tekan tinggi (antara 20 – 50 Mpa, pada umur 28 hari). Dengan kata lain dapat diasumsikan bahwa mutu beton ditinjau hanya dari kuat tekannya saja (Tjokrodimuljo, 1996). Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan beton, yaitu :

a. Faktor air semen (FAS) dan kepadatan

Didalam campuran beton air mempunyai dua buah fungsi, yang pertama untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan dan yang kedua sebagai pelicin campuran kerikil, pasir dan semen agar lebih mudah dalam pencetakan beton.

Kekuatan beton tergantung pada perbandingan faktor air semennya, semakin rendah nilai faktor air semen maka semakin tinggi kuat tekan betonnya (Duff Abrams, 1919). Sehingga dapat disimpulkan bahwa hampir untuk semua tujuan, beton yang mempunyai faktor air semen minimal dan cukup untuk memberikan workabilitas tertentu yang dibutuhkan untuk pemadatan, merupakan beton yang terbaik. (L.J. Murdock and K.M. Brooks, 1979)

b. Umur beton

Kuat tekan beton akan bertambah sesuai dengan bertambahnya umur beton tersebut. Berikut ini adalah perbandingan kuat tekan beton pada berbagai umur sesuai dengan Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Perbandingan Kuat Tekan Beton Pada Berbagai Umur

UMUR BETON	3	7	14	21	28	90	365
PC biasa	0.40	0.65	0.88	0.95	1.00	1.20	1.35
PC dengan kekuatan awal tinggi	0.55	0.75	0.90	0.95	1.00	1.15	1.20

c. Jenis dan jumlah semen

Mengacu pada SK SNI S-04-1989-F semen portland dipisahkan menurut pemakaiannya menjadi 5 jenis :

- Jenis I : untuk konstruksi pada umumnya, yang biasa disebut sebagai semen portland jenis umum (*normal portland cement*).
- Jenis II : untuk konstruksi bangunan yang mempunyai konsentrasi sulfat tinggi, terutama sekali bila diisyaratkan agak tahan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang (*modified portland cement*).
- Jenis III : untuk konstruksi yang menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi (*high early strengt portland cement*)
- Jenis IV : untuk konstruksi dengan persyaratan panas hidrasi rendah (*low heat portland cement*).
- Jenis V : untuk konstruksi yang menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat (*sulfate resisting portland cement*).

Untuk jumlah semen yang terlalu sedikit berarti jumlah air yang digunakan juga semakin sedikit sehingga menyebabkan adukan beton sulit untuk dipadatkan, dan berpengaruh pada kemudahan pengerjaannya.

d. Sifat agregat

Sifat yang paling penting dari suatu agregat (batu-batuan, kerikil, pasir dan lain-lain) adalah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan, yang dapat mempengaruhi ikatannya dengan pasta semen, porositas dan karakteristik penyerapan air yang mempengaruhi daya tahan terhadap

proses pembekuan waktu musim dingin dan agresi kimia, serta ketahanan terhadap penyusutan. (L.J. Murdock dan K.M. Brook,1979)

Menurut Tjokrodimuljo (1996), sifat agregat yang paling berpengaruh terhadap kekuatan beton adalah kekasaran permukaan dan ukuran maksimumnya. Pada agregat dengan permukaan kasar akan terjadi ikatan yang baik antara pasta semen dengan agregat tersebut. Pada agregat berukuran besar luas permukaannya menjadi lebih sempit sehingga lekatan dengan pasta semen menjadi berkurang.

2.2 Portland Pozollan Cement (PPC)

Menurut spesifikasi SNI 15-0302-2004 Pozollan adalah sejenis bahan yang mengandung silisium atau aluminium, yang tidak mempunyai sifat penyemenan. Butiran yang halus dan dapat bereaksi dengan kalsium hidroksida pada suhu ruang serta membentuk senyawa-senyawa yang mempunyai sifat-sifat semen. Semen portland pozollan menghasilkan panas hidrasi lebih sedikit daripada semen biasa. Semen pozollan adalah bahan ikat yang mengandung silika amorf, yang apabila dicampur dengan kapur akan membentuk bendapadat yang keras. Bahan yang mengandung pozollan adalah teras, semen merah, abu terbang, dan bubuk terak tanur tinggi.

2.3 Portland Composite Cement (PCC)

Menurut spesifikasi SNI 15-7064-2004 "Semen portland komposit", PCC merupakan bahan pengikat hidrolis hasil penggilingan bersama-sama terak semen Portland dan gips dengan satu atau lebih bahan

anorganik atau hasil pencampuran antara bubuk semen Portland dengan bubuk bahan anorganik lain. Bahan anorganik tersebut antara lain terak tanur tinggi (*blast furnace slag*), pozzolan, senyawa silikat dan batu kapur, dengan kadar total bahan anorganik 6 % sampai dengan 35 % dari massa semen portland komposit. Kegunaannya adalah untuk konstruksi umum, seperti pekerjaan beton, pasangan bata, selokan, jalan, pagar dinding dan pembuatan elemen khusus seperti beton pracetak, beton pratekan, panel beton, bata beton (*paving block*) dan sebagainya.

2.4 Bottom Ash

Bottom ash adalah limbah dari sisa pembakaran batubara. Pada waktu pembakaran batubara pada suatu pembangkit tenaga batubara, akan menghasilkan sisa pembakaran yang terdiri dari 80% berupa *fly ash* dan sisanya 20% berupa *bottom ash*. *Bottom ash* mempunyai karakteristik fisik berwarna abu-abu gelap, berbentuk butiran, berporos, mempunyai ukuran butiran antara pasir hingga kerikil.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Jesse J. Nowak, Alliant Energy, Coal Combustion Products Manager – Western Region (2004) bahwa limbah batu bara berupa *bottom ash* mengandung larutan kapur dan lumpur dengan jumlah terkecilnya Oksida yang mengandung aluminium (Al), besi (Fe), Magnesium (Mg), Sulfur (S) dan sisa-sisa material.

1. Kegunaan *Bottom Ash*

Salah satu cara pengolahan limbah batu bara yaitu dengan proses solidifikasi / stabilisasi (SS) dengan sementasi yang memanfaatkan limbah batubara (*bottom ash*) sebagai agregat atau bahan baku tambahan pembuatan bahan bangunan.

Berdasarkan komposisi yang terkandung dalam *bottom ash* maka ada beberapa kemungkinan manfaat atau kegunaan dari *bottom ash* antara lain :

- a. Sebagai *filler* atau pengisi pada campuran aspal dan beton
- b. Sebagai lapisan base dan sub base pada perkerasan jalan
- c. Sebagai bahan filtrasi
- d. Sebagai agregat dalam semen dan beton ringan

(Sumber : JesseNowak@alliantenergy.com, 2004)

2. Keuntungan Penggunaan *Bottom Ash*

Ada beberapa keuntungan yang dapat kita peroleh apabila kita menggunakan *bottom ash* antara lain:

- a. Bagi pembeli/pengguna : *bottom ash* lebih murah dan tidak beracun
- b. Bagi perusahaan/industri : penggunaan limbah batubara sebagai bahan yang bermanfaat akan mengurangi pencemaran lingkungan dan menekan biaya penggunaan lahan untuk menampung limbah tersebut.
- c. Bagi masyarakat : penggunaan limbah batubara merupakan solusi yang tepat untuk mengurangi permasalahan lingkungan akibat pencemaran limbah sehingga lingkungan menjadi lebih nyaman.

3. Karakteristik *Bottom Ash*

Karakteristik dari *bottom ash* ini telah diteliti oleh *American Coal Ash Association*, (2004).

a. Karakteristik Fisik

Bottom ash mempunyai butiran partikel sangat berpori pada permukaannya. Partikel *bottom ash* mempunyai batasan ukuran dari kerikil sampai pasir. *Bottom ash* merupakan material dengan gradasi yang baik, dengan variasi ukuran partikel yang berbeda-beda. Ukuran *bottom ash* lebih mendekati ukuran pasir, biasanya 50%-90% lolos pada saringan 4.75 mm (No. 4), 10%-60% lolos pada saringan 0.6 mm (No. 40), 0%-10% lolos pada saringan 0.075 mm (No. 200), dan ukuran paling besar berkisar antara 19 mm (3/4 in) sampai 38.1 mm (1-1/2 in).

Tabel 2.2. Ukuran butiran dari partikel *bottom ash* (persentase lolos saringan)

Ukuran Saringan	<i>Bottom Ash</i>		
	Glasgow	New Haven	Moundsville
38 mm (1-1/2 in)	100	99	100
19 mm (3/4 in)	100	95	100
9.5 mm (3/8 in)	100	87	73
4.75 mm (No. 4)	90	77	52
2.36 mm (No. 8)	80	57	32
1.18 mm (No.16)	72	42	17
0.60 mm (No. 30)	65	29	10
0.30 mm (No. 50)	56	19	5
0.15 mm (No.100)	35	15	2
0.075 mm (No.200)	9	4	1

b. Karakteristik Kimia

Komposisi kimia dari *bottom ash* yaitu silika, alumina dan besi dengan sedikit kalsium, magnesium, sulfat, dan komponen yang lain. Dari kawasan yang berbeda menyajikan analisis kimia dari contoh *bottom ash* dari tipe batubara yang berbeda.

2.5 Material

Material penyusun pada beton dengan campuran *bottom ash* ini tidak berbeda dengan material penyusun beton pada umumnya, yaitu terdiri dari semen, agregat kasar, agregat halus, air dan *bottom ash* sebagai tambahan. Semua bahan-bahan diatas mempunyai karakteristik yang berbeda bila digunakan sebagai bahan adukan dalam beton. Dengan alasan ini maka perlu diketahui sifat dan karakteristik masing-masing material penyusun beton agar dalam pelaksanaan nanti tidak terjadi kesalahan pemilihan dan penggunaan material, sehingga dapat menghasilkan beton dengan kekuatan karakteristik yang dikehendaki

1. Semen Portland (PC)

Portland cement (PC) atau lebih dikenal dengan semen merupakan suatu bahan yang mempunyai sifat hidrolis, semen membantu pengikatan agregat halus dan agregat kasar apabila tercampur dengan air. Selain itu, semen juga mampu mengisi rongga-rongga antara agregat tersebut.

a. Sifat Kimia Semen

Sifat kimia dari semen portland sangat rumit, dan belum dimengerti sepenuhnya. Perkiraan terhadap komposisi semen portland hampir dua

pertiga bagian semen terbentuk dari zat kapur yang proporsinya berperan penting terhadap sifat-sifat semen. Zat kapur yang berlebihan kurang baik untuk semen karena menyebabkan terjadinya *disintegrasi* (perpecahan) semen setelah timbul ikatan. Kadar kapur yang tinggi tetapi tidak berlebihan cenderung memperlambat pengikatan, tetapi menghasilkan kekuatan awal yang tinggi. Kekurangan zat kapur menghasilkan semen yang lemah. (L.J. Murdock dan K.M. Brook, 1979)

Tabel 2.3 Prosentase dari komposisi dan kadar senyawa kimia semen Senyawa

Komposisi	Prosentase
Batu kapur (CaO)	60 % - 65 %
Pasir silikat (SiO ₂)	17 % - 25 %
Alumina (Al ₂ O ₃)	3 % - 8 %
Besi Oksida (Fe ₂ O ₃)	0.5 % - 6 %
Magnesia (MgO)	0.5 % - 4 %
Sulfur (SO ₃)	1 % - 2 %

Senyawa C₃S dan C₂S merupakan senyawa penyusun utama dari semen dengan prosentase sekitar 70 % - 80 % yang menyebabkan semen bersifat sebagai perekat, selain itu senyawa ini juga berpengaruh terhadap pengerasan semen. Kadar C₃S yang lebih besar dari C₂S, umumnya menyebabkan semen menjadi cepat mengeras. Semen portland yang cepat mengeras (*rapid hardening cement portland*) mengandung kadar C₃S yang cukup tinggi, yaitu sekitar 60 %.

Senyawa C_3A jika bercampur dengan air akan mengalami hidrasi sangat cepat disertai dengan pelepasan sejumlah panas dan kemudian hancur. Oleh karena itu senyawa ini tidak mempunyai sifat mengikat. Kandungan senyawa C_3A yang lebih besar dari 18 % mengakibatkan semen menjadi tidak kekal bentuk karena sifatnya yang hancur, sehingga menjadikan semen mengembang pada waktu pengerasan.

Senyawa yang keempat C_4AF , kurang berpengaruh pada semen portland.

Senyawa ini hanya memperlambat pengerasan jika kadarnya tinggi.

b. Sifat Fisik Semen

Semen portland mempunyai beberapa sifat fisik, bisa dijelaskan sebagai berikut :

1) Kehalusan butir

Semakin halus semen, maka permukaan butirannya akan semakin luas, sehingga persenyawaannya dengan air akan semakin cepat dan membutuhkan air dalam jumlah yang besar pula. Kehalusan dari semen dapat ditentukan dengan berbagai cara, antara lain dengan analisa saringan. Semen pada umumnya mampu lolos saringan 44 mikron dalam jumlah 80% beratnya.

2) Berat jenis dan berat isi

Berat jenis semen pada umumnya berkisar 3.15 kg/liter. Berat jenis ini penting untuk diketahui karena semen dengan berat jenis yang rendah dan dicampur dengan bubuk batuan lain, pada pembakarannya menjadi titik sempurna.

Berat isi semen bergantung pada cara pengisiannya ke dalam takaran. Cara pengisian gembur, berat isinya akan rendah sekitar 1.1 Kg/liter, sedangkan cara pengisian padat akan menghasilkan berat isi yang relatif tinggi sekitar 1.5 Kg/liter.

3) Waktu pengerasan semen

Pada pengerasan semen dikenal dengan adanya waktu pengikatan awal (*initial setting*) dan waktu pengikatan akhir (*final setting*). Waktu pengikatan awal dihitung sejak semen tercampur dengan air hingga mengeras. Pengikatan awal untuk semua jenis semen harus diantara 60–120 menit. Pada percobaan untuk mengetahui pengikatan awal harus diperhatikan semen dan air yang digunakan, karena mempengaruhi pengerasan dari semen. Alat *vicat* dapat digunakan untuk mengetahui pengikatan awal.

4) Kekekalan bentuk

Bubur semen yang dibuat dalam bentuk tertentu dan bentuknya tidak berubah pada waktu mengeras, maka semen tersebut mempunyai sifat kekal bentuk. Demikian juga sebaliknya jika bubur semen tersebut mengeras dan menunjukkan adanya cacat (retak, melengkung, membesar dan menyusut), berarti semen tersebut tidak mempunyai sifat kekal bentuk.

Sifat kekal bentuk sangat dipengaruhi oleh kandungan senyawa C_3A , karena kandungan C_3A dalam jumlah tinggi menyebabkan bubur semen

mengembang pada saat proses pengerasan karena dilepaskannya panas oleh senyawa tersebut.

5) Kekuatan semen

Pengukuran kekuatan semen biasanya dilakukan menggunakan nilai kuat tekan semen yang dicampur dengan pasir. Kekuatan semen sangat berpengaruh terhadap kualitas beton, karena semen sebagai bahan pengikat material beton.

6) Pengerasan awal palsu

Gips yang terurai lebih dulu dapat menimbulkan efek pengerasan palsu, seolah-olah semen terlihat mulai mengeras tetapi pengaruhnya terhadap sifat semen tidak berubah. Untuk mengatasinya, dengan mengaduk lagi adonan tersebut sehingga semen mengeras seperti biasa. Pengerasan palsu biasanya terjadi jika semen mengeras kurang dari 60 menit.

7) Pengaruh suhu

Pengikatan semen sangat tergantung oleh suhu di sekitarnya. Pengikatan semen berlangsung dengan baik pada suhu 35°C dan berjalan dengan lambat pada suhu di bawah 15°C .

2. Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Kira-kira 70 % volume mortar atau beton diisi oleh agregat. Agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar atau beton, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar atau beton (Tjokrodimuljo,1996).

Sedangkan menurut Neville dan Brooks (1987) agregat adalah bahan pengisi yang bersifat pasif, bahan murah yang dicampurkan ke dalam pasta semen sehingga menghasilkan beton dengan volume besar. Kenyataannya bahan pengisi tidak mutlak bersifat pasif karena sifat fisik, kimia dan termal dari bahan tersebut mempengaruhi sifat beton. Dari segi ekonomis lebih menguntungkan jika digunakan campuran beton dengan sebanyak mungkin bahan pengisi dan sedikit mungkin jumlah semen. Namun keuntungan dari segi ekonomis harus diseimbangkan dengan kinerja beton baik dalam keadaan segar maupun setelah mengeras.

Pengaruh kekuatan agregat terhadap beton begitu besar, karena umumnya kekuatan agregat lebih besar dari kekuatan pasta semennya. Namun kekasaran permukaan agregat berpengaruh terhadap kekuatan beton, seperti tampak pada grafik 2.1.

Agregat dapat dibedakan berdasarkan ukuran butiran. Agregat yang mempunyai ukuran butiran besar disebut agregat kasar, sedangkan agregat yang berbutir kecil disebut agregat halus. Dalam bidang teknologi beton nilai batas daerah agregat kasar dan agregat halus adalah 4,75 mm atau 4,80 mm. Agregat yang butirannya lebih kecil dari 4,8 mm disebut agregat halus. Secara umum agregat kasar sering disebut kerikil, kericak, batu pecah atau *split*. Adapun agregat halus disebut pasir, baik berupa pasir alami yang diperoleh langsung dari sungai, tanah galian atau dari hasil pemecahan batu. Agregat yang butirannya lebih kecil dari 1,2 mm

disebut pasir halus, sedangkan butiran yang lebih kecil dari 0,075 mm disebut lanau, dan yang lebih kecil dari 0,002 mm disebut lempung.

Agregat umumnya digolongkan menjadi 3 kelompok, yaitu:

- a. Batu, umumnya besar butiran lebih dari 40 mm
- b. Kerikil, untuk butiran antara 5 sampai 40 mm
- c. Pasir, untuk butiran antara 0,15 sampai 5 mm

Agregat harus mempunyai bentuk yang baik (bulat dan mendekati kubus), bersih, keras, kuat dan gradasinya baik. Agregat harus pula mempunyai kestabilan kimiawi dan dalam hal-hal tertentu harus tahan aus dan tahan cuaca.

a. Berat Jenis Agregat

Menurut berat jenisnya agregat dibagi menjadi 3 jenis yaitu:

a) Agregat Normal

Agregat normal memiliki berat jenis antara $2,5 \text{ kg/dm}^3$ dan $2,7 \text{ kg/dm}^3$. Agregat ini biasanya berasal dari batuan granit, basalt, kuarsa dan sebagainya. Beton yang dihasilkan memiliki berat jenis sekitar $2,3 \text{ kg/dm}^3$ dengan kuat tekan antara 15 Mpa sampai dengan 40 Mpa dan dinamakan beton normal.

b) Agregat Berat

Agregat berat memiliki berat jenis $2,8 \text{ kg/dm}^3$ ke atas, contohnya *magnetic* (Fe_3O_4), *barytes* (BaSO_4), atau serbuk besi. Beton yang dihasilkan cocok untuk dinding pelindung radiasi sinar x.

c) Agregat Ringan

Agregat ringan memiliki berat jenis kurang $2,0 \text{ kg/dm}^3$. Agregat ringan misalnya *diatomite*, *pumice*, tanah bakar, abu terbang, busa terak tanur tinggi. Pada umumnya dibuat untuk beton non struktural, beton tahan api dan isolator panas.

b. Gradasi Agregat

Gradasi agregat ialah distribusi ukuran butiran dari agregat. Bila butiran agregat mempunyai ukuran yang sama (seragam) volume pori akan besar. Sebaliknya bila ukuran butirannya bervariasi maka volume pori menjadi kecil.

Hal ini karena butiran yang kecil dapat mengisi pori diantara butiran yang lebih besar sehingga pori-pori menjadi sedikit, dengan kata lain kemampuan tinggi. Agar diperoleh agregat dengan kemampuan tinggi, maka susunan gradasinya adalah sebagai berikut :

- a. Butir ukuran 20 mm – 40 mm = 29 %
- b. Butir ukuran 10 mm – 20 mm = 21 %
- c. Butir ukuran 5 mm – 10 mm = 15 %
- d. Butir ukuran < 5 mm = 35 %

Menurut peraturan *British Standard* yang dipakai di Indonesia (SK-SNI-T-15-1990-03) kekasaran pasir dapat dibagi menjadi 4 kelompok menurut gradasinya, yaitu pasir halus (daerah I), agak halus (daerah II), agak kasar (daerah III), dan kasar (daerah IV).

Tabel 2.4 Pembagian kekerasan pasir

Lubang Ayakan (mm)	Persen Berat Butir yang Lewat Ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4.8	90 - 100	90 - 100	90 - 100	95 - 100
2.4	60 - 95	75 - 100	85 - 100	95 - 100
1.2	30 - 70	55 - 90	75 - 100	90 - 100
0.6	15 - 34	35 - 59	60 - 79	80 - 100
0.3	5 - 20	8 - 30	12 - 40	15 - 50
0.15	0 - 10	0 - 10	0 - 10	0 - 15

(Sumber : Tjokrodimuljo, 1996)

Adapun gradasi kerikil yang baik, sebaiknya masuk dalam batas-batas yang tercantum dalam tabel 2.5

Tabel 2.5. Gradasi kerikil

Lubang Ayakan (mm)	Persen Berat yang Lewat Ayakan	
	Besarnya Butir Maksimum	
	40 mm	20 mm
40	95 - 100	100
20	30 - 70	95 - 100
10	10 - 35	25 - 55
4.8	0 - 5	0 - 10

c. Modulus Halus Butir

Modulus halus butir (*fineness modulus*) adalah suatu indeks yang dipakai untuk ukuran kehalusan atau kekasaran butiran agregat. Modulus halus butir (FM) didefinisikan sebagai jumlah persen kumulatif dari butiran agregat yang tertinggal di atas ayakan. Selain itu FM (*fineness modulus*) juga dapat untuk mencari nilai perbandingan berat antara pasir dan kerikil, bila dibuat campuran beton. Modulus halus butir agregat dari campuran

pasir dan kerikil untuk bahan pembuat beton berkisar antara 5,0 sampai 6,5.

d. Kadar Air Agregat

Kadar air pada suatu agregat (dilapangan) perlu diketahui untuk menghitung jumlah air yang diperlukan dalam campuran beton dan untuk mengetahui berat satuan agregat. Keadaan kandungan air di dalam agregat dibedakan menjadi beberapa tingkat, yaitu :

- a. Kering oven : benar-benar tidak berair, dan ini berarti dapat menyerap air secara penuh.
- b. Kering udara : butiran agregat kering permukaan, tetapi mengandung sedikit air di dalam pori. Oleh karena itu agregat dalam kondisi ini masih dapat menyerap air.
- c. Jenuh kering muka : pada kondisi ini tidak ada air di permukaan. Butiran agregat pada kondisi ini tidak menyerap dan juga tidak menambah jumlah air bila dipakai dalam campuran adukan beton.
- d. Basah : pada kondisi ini agregat mengandung banyak air, baik di permukaan maupun di dalam butiran, sehingga bila dipakai dalam campuran adukan beton akan menambah air.

Dari keempat keadaan di atas, hanya dua keadaan yang sering dipakai sebagai dasar hitungan, yaitu kering oven dan jenuh kering muka karena konstan untuk agregat tertentu. Keadaan jenuh kering muka (*saturated surface dry, SSD*) lebih disukai sebagai standar, karena :

a. Merupakan keadaan kebasahan agregat yang hampir sama dengan agregat dalam beton, sehingga agregat tidak menambah atau mengurangi air dari pasta.

b. Kadar air di lapangan lebih banyak dalam keadaan SSD dibandingkan kering tungku.

Dalam hal ini hitungan kebutuhan air pada adukan beton, biasanya agregat dianggap dalam keadaan jenuh kering muka, sehingga jika keadaan di lapangan kering udara maka dalam adukan beton akan menyerap air, namun jika agregat dalam keadaan basah maka akan menambah air.

e. Persyaratan Agregat

Persyaratan agregat halus sebagai berikut:

1) Agregat halus harus terdiri dari butiran tajam dan keras. Butiran agregat halus harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.

2) Kandungan lumpur tidak boleh lebih dari 5 % berat (ditentukan terhadap berat kering). Lumpur adalah butiran yang dapat melalui ayakan 0,063 mm.

3) Tidak boleh mengandung bahan-bahan organis terlalu banyak, yang harus dibuktikan dengan percobaan warna dari Abrams-Harder (dengan larutan NaOH). Agregat halus yang tidak memenuhi percobaan warna ini dapat juga dipakai, asal kekuatan tekan adukan agregat tersebut

pada umur 7 dan 28 hari tidak kurang dari 95 % dari kekuatan adukan agregat yang sama tetapi dicuci dalam larutan 3 % NaOH yang kemudian dicuci hingga bersih dengan air, pada umur yang sama.

4) Agregat halus harus terdiri dari butiran yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan berturut-turut 31,5 mm, 16 mm, 8 mm, 4 mm, 2 mm, 1 mm, 0,5 mm, 0,25 mm (PBI 1971), harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

- a. Sisa di atas ayakan 4 mm, harus minimum 2 % berat
- b. Sisa di atas ayakan 1 mm, harus minimum 10 % berat
- c. Sisa di atas ayakan 0,25 mm, harus berkisar 80 % - 95 % berat

5) Untuk pasir modulus halus butir antara 2,50 – 3,80

Pasir laut tidak boleh dipakai sebagai agregat halus untuk semua mutu beton, kecuali dengan petunjuk-petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang diakui. Persyaratan agregat kasar sebagai berikut:

1. Agregat kasar untuk beton dapat berupa kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan batu. Agregat kasar adalah agregat dengan besar butiran lebih dari 5 mm.

2. Agregat kasar harus terdiri dari batuan yang keras dan tidak berpori. Agregat kasar yang mengandung butir-butir hanya dapat dipakai apabila jumlah butiran pipih tersebut tidak melampaui 20 % dari berat agregat seluruhnya. Butiran agregat kasar harus bersifat kekal, artinya tidak pecah

atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.

3. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1 % berat (ditentukan terhadap berat kering). Apabila kadar lumpur melebihi 1 % berat maka agregat tersebut harus dicuci.

4. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat alkali yang reaktif.

5. Kekerasan dari butiran agregat kasar diperiksa dengan bejana pengujian dari *Rudelooff* dengan beban pengujian 20 ton, dan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

a) Tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 9,5 – 19 mm lebih dari 24 % berat

b) Tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 19 – 30 mm lebih dari 22 % berat

6. Agregat kasar harus terdiri dari butiran yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan ayakan secara berurutan sebagai berikut : 31,5 mm, 16 mm, 8 mm, 4 mm, 2 mm, 1 mm, 0,5 mm, 0,25 mm (PBI 1971) harus memenuhi syarat-syarat :

a. Sisa di atas ayakan 31,5 mm, harus 0 % berat

b. Sisa di atas ayakan 4 mm, harus berkisar 90 % - 98 % berat

c. Selisih antara sisa-sisa kumulatif di atas ayakan yang berurutan maksimum 60 % dan minimum 10 % berat.

f. Pengujian Agregat

Pengujian agregat terdiri dari pemeriksaan kandungan lumpur dan kotoran organis yang terkandung dalam agregat, analisa saringan, analisa kadar air, berat jenis dan penyerapan air. Tujuan dari pemeriksaan kandungan lumpur dan kotoran organis pada agregat adalah untuk menentukan banyaknya kandungan butiran tang lebih kecil dari 50 mikron (lumpur) yang terdapat dalam agregat dan menentukan prosentase zat organis yang terkandung dalam agregat. Tujuan dari analisa saringan untuk menentukan modulus kehalusan pasir, yaitu harga yang menyatakan tingkat kehalusan agregat.

Pemeriksaan kadar air agregat bertujuan untuk menentukan prosentase air yang terkandung dalam agregat. Sedangkan tujuan dari pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat adalah untuk menentukan berat jenis dan prosentase berat air yang diserap agregat, dihitung terhadap berat kering. Pada pemeriksaan kadar air, berat isi dan berat jenis dilakukan dalam kondisi asli dan SSD. Kadar air asli adalah kandungan air pada agregat dalam keadaan normal. Sedangkan kadar air SSD adalah kandungan air pada kondisi agregat jenuh kering permukaan.

2.6 Air

Air merupakan salah satu bahan yang penting dalam pembuatan beton karena dapat menentukan mutu dalam campuran beton. Fungsi air pada campuran beton adalah untuk membantu reaksi kimia yang

menyebabkan berlangsungnya proses pengikatan serta sebagai pelicin antara campuran agregat dan semen agar mudah dikerjakan.

Air diperlukan pada pembentukan semen yang berpengaruh terhadap sifat kemudahan pengerjaan adukan beton (*workability*), kekuatan, susut dan keawetan beton. Air yang diperlukan untuk bereaksi dengan semen hanya sekitar 25 % dari berat semen saja, namun dalam kenyataannya nilai faktor air semen yang dipakai sulit jika kurang dari 0,35. Kelebihan air dari jumlah yang dibutuhkan dipakai sebagai pelumas, tambahan air ini tidak boleh terlalu banyak karena kekuatan beton menjadi rendah dan beton menjadi keropos. Kelebihan air ini dituang (*bleeding*) yang kemudian menjadi buih dan terbentuk suatu selaput tipis (*laitance*). Selaput tipis ini akan mengurangi lekatan antara lapis-lapis beton dan merupakan bidang sambung yang lemah (Tjokrodimuljo,1996).

Air yang memenuhi persyaratan sebagai air minum memenuhi syarat pula untuk bahan campuran beton (tetapi tidak berarti air untuk campuran beton harus memenuhi standar persyaratan air minum)

Air laut mengandung 3,5 % larutan garam, sekitar 78 % nya adalah sodium klorida dan 15 % nya adalah magnesium sulfat. Garam-garam dalam air laut ini dapat mengurangi kekuatan beton sampai 20 %. Air laut tidak boleh digunakan untuk campuran beton pada beton bertulang atau beton prategang, karena resiko terhadap korosi tulangan lebih besar.

Pemakaian air untuk beton sebaiknya memenuhi persyaratan (PBI 1971) :

1. Tidak mengandung Lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gr/liter.
2. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik, dan sebagainya) lebih dari 15 gr/liter
3. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gr/liter
4. Tidak mengandung senyawa-senyawa sulfat lebih dari 1 gr/liter.

2.7 Workabilitas

Workabilitas merupakan tingkat kemudahan pengerjaan beton dalam pencampuran, pengangkutan, penuangan, dan pematatannya. Suatu adukan dapat dikatakan cukup *workable* jika memenuhi kriteria sebagai berikut :

- a. *Plasticity*, artinya adukan beton harus cukup plastis (kondisi antara cair dan padat), sehingga dapat dikerjakan dengan mudah tanpa perlu usaha tambahan ataupun terjadi perubahan bentuk pada adukan.
- b. *Cohesiveness*, artinya adukan beton harus mempunyai gaya-gaya kohesi yang cukup sehingga adukan masih saling melekat selama proses pengerjaan beton.
- c. *Fluidity*, artinya adukan harus mempunyai kemampuan untuk mengalir selama proses penuangan.
- d. *Mobility*, artinya adukan harus mempunyai kemampuan untuk bergerak/ berpindah tempat tanpa terjadi perubahan bentuk.

Tingkat kemudahan pengerjaan berkaitan erat dengan tingkat kelecakan atau keenceran adukan beton. Makin cair adukan maka makin

mudah cara pengerjaannya. Untuk mengetahui kelecakan suatu adukan beton biasanya dengan dilakukan pengujian *slump*. Semakin tinggi nilai *slump* berarti adukan beton makin mudah untuk dikerjakan. Nilai *slump* yang disyaratkan berkisar antara 5- 12,5 cm (Tjokrodimuljo,1996) .

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

- a. *Slump* sebenarnya, terjadi apabila penurunannya seragam tanpa ada yang runtuh.
- b. *Slump* geser, terjadi bila separuh puncaknya bergeser dan tergelincir ke bawah pada bidang miring
- c. *Slump* runtuh, terjadi bila kerucut runtuh semuanya.

2.8 Perencanaan Campuran Beton (*mix design*)

Perencanaan campuran beton (*concrete mix design*) dimaksudkan untuk mendapatkan beton dengan mutu sebaik-baiknya, antara lain:

- a. Kuat tekan yang tinggi
- b. Mudah dikerjakan
- c. Tahan lama
- d. Murah / ekonomis
- e. Tahan aus

Unsur-unsur pembentuk beton (semen, pasir, kerikil dan air) harus ditentukan secara proporsional, sehingga terpenuhi syarat-syarat:

1. Nilai kekenyalan atau kelecakan tertentu yang memudahkan adukan beton ditempatkan pada cetakan / bekisting (sifat kemudahan

dalam mengerjakan) dan memberikan kehalusan permukaan beton segar.

Kekenyalan ditentukan dari :

- a) Volume pasta adukan
 - b) Keenceran pasta adukan
 - c) Perbandingan campuran agregat halus dan kasar
2. Kekuatan rencana dan ketahanan beton setelah mengeras.
 3. Ekonomis dan optimum dalam pemakaian semen.

Ada beberapa metode untuk merencanakan campuran beton, antara lain menurut SK SNI T-15-1990-03 dengan judul buku "*Tata cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*" adalah metode DOE (*Departement of Environment*) dari Inggris, metode JIS dari Jepang dan metode ACI (*American Concrete Institute*) dari Amerika. Adapun untuk perencanaan campuran beton pada penelitian ini digunakan cara DOE dari Inggris.

1. Perencanaan Campuran Beton (*mix design*) Berdasarkan DOE (*Departement of Environment*)

Perencanaan campuran beton dalam penelitian ini menggunakan campuran menurut cara Inggris (*British Standard*). Di Indonesia cara ini dikenal dengan metode DOE (*Departement of Environment*).

2. Penentuan Kuat Tekan Beton

Penentuan kuat tekan beton berdasarkan kekuatan beton pada umur 28 hari. Pada penelitian ini direncanakan kuat tekan beton $K - 250$.

3. Penetapan Nilai Standar Deviasi (S)

Penentuan nilai standar deviasi berdasarkan 2 hal yaitu :

- Mutu pengendalian pelaksanaan pencampuran beton.
- Semakin kecil nilai standar deviasinya maka pengendalian pelaksanaan pencampuran beton semakin baik.

Volume pekerjaan (m^3) semakin besar akan menghasilkan standar deviasi yang kecil.

Nilai standar deviasi pada penelitian ini yaitu $S = 46$ (volume beton kurang $1000 m^3$ dan mutu pengendalian pelaksanaan pencampuran beton baik sekali), penetapannya dengan melihat tabel 2.6:

Tabel 2.6 Penetapan nilai standar deviasi

Ukuran	Satuan (M^3)	Mutu Pelaksanaan		
		Baik Sekali	Baik	Dapat Diterima
Kecil	< 1000	$45 < S \leq 55$	$55 < S \leq 65$	$65 < S \leq 85$
Sedang	1000 – 3000	$35 < S \leq 45$	$45 < S \leq 55$	$55 < S \leq 75$
Besar	> 3000	$25 < S \leq 35$	$35 < S \leq 45$	$45 < S \leq 65$

(Sumber : PBI,1971)

4. Penetapan Kuat Tekan Rata-Rata yang Direncanakan

Dengan menganggap nilai dari hasil pemeriksaan benda uji menyebar normal (mengikuti lengkung dari Gauss), maka kekuatan tekan beton karakteristik adalah :

$$\sigma_{bk} = \sigma_{bm} - 1.645 * S.$$

Kuat tekan beton rata-rata dapat dihitung dengan rumus :

$$\sigma_{bm} = \sigma_{bk} + 1.645 * S ,$$

Keterangan

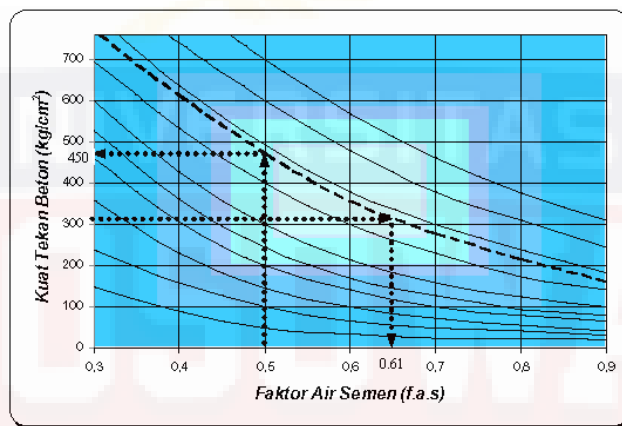
σ_{bm} = kuat tekan beton rata-rata (kg/cm^2)

σ_{bk} = kuat tekan beton yang direncanakan (kg/cm^2)

$M = 1.645 \cdot S$ = nilai tambah margin (kg/cm^2)

S = standar deviasi (kg/cm^2)

5. Mencari Faktor Air Semen (FAS)



Gambar 2.1 Hubungan kuat tekan beton dengan faktor air semen

Faktor air semen ditentukan oleh Tabel 2.7. Perkiraan pencapaian kekuatan tekan beton dengan faktor air semen 0.5 dan grafik 2.1, yaitu grafik hubungan antara kuat tekan beton dengan faktor air semen (f.a.s.).

Tabel 2.7 Kuat tekan beton dengan faktor air semen (FAS)

	Jumlah Semen Minimum/ m^3 beton (kg)	Nilai Faktor Air Semen Maksimum
Beton didalam ruang bangunan :		
a. Keadaan keliling non korosif	275 325	0.6 0.52
b. Keadaan keliling		

korosif		
Beton diluar ruang bangunan :		
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari	325 275	0.6 0.6
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari		
Beton yang masuk kedalam tanah :		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325 375	0.55 0.52
b. Mendapat pengaruh sulfat alkali dari tanah atau air tanah		
Beton yang berhibungan dengan air :	275 375	0.27 0.52
a. Air tawar		
b. Air laut		

Cara penentuan faktor air semen maksimum dan minimum yaitu:

1. Dengan menggunakan Tabel 2.9. untuk menentukan kekuatan beton pada umur tertentu. Pada penelitian ini, direncanakan umur beton 28 hari dengan perkiraan kuat tekan beton $\sigma'_{bk} = 450 \text{ kg/cm}^2$, dan kuat tekan rata-rata $\sigma'_{bm} = 325.67 \text{ kg/cm}^2$.
2. Dengan menggunakan Grafik 2.1, lukiskan kurva melalui titik nilai kekuatan tersebut paralel dengan kurva referensi.
3. Tarik garis mendatar dari perpotongan dengan nilai kekuatan tekan rata-rata, sehingga menemukan FAS pada garis absis. Dari grafik didapat

FAS = 0.61. Sedangkan nilai FAS yang didapat dari persyaratan khusus (Tabel 2.10) yaitu FAS maksimum = 0.6, sehingga digunakan nilai FAS terendah yaitu 0.6 (didapat dari persyaratan khusus).

5. Penentuan Nilai Slump

Penentuan nilai slump berdasarkan pemakaian beton untuk jenis konstruksi tertentu (tabel 2.8)

Tabel 2.8 Penetapan nilai *slump* Pemakaian Beton

Nilai Slump (cm)	maksimum	minimum
a. Dinding, pelat pondasi, dan telapak bertulang	12.5 9.0	5 2.5
b. Struktur dibawah tanah	15.0	7.5
c. Pelat, kolom, balok dan dinding	7.5	5
d. Pengerasan jalan	7.5	2.5
e. Pembetonan masal		

(Sumber : PBI,1971)

6. Penentuan Nilai Kadar Air Bebas

Tabel 2.9. Perkiraan kebutuhan air permeter kubik beton Besar Ukuran Kerikil Maks. (mm)

Slump (cm)	Jenis Batuan	0-10	10-30	30-60	60-180
10	Alami	50	180	205	225
	Batu Pecah	180	205	230	250
20	Alami	35	160	180	195
	Batu Pecah	170	190	210	225
40	Alami	15	140	160	175
	Batu Pecah	155	175		

2.9 Penelitian Terdahulu

Achmad Subki Arinata, M.Taufik Hidayat, & Ari Wibowo 2015
 “Pengaruh Campuran Kadar Bottom Ash Dan Lama Perendaman Air Laut

Terhadap Kuat Tekan Pada Silinder Beton” *Bottom Ash* adalah limbah hasil pembakaran batu bara dimana jumlahnya akan terus meningkat selama industri terus memproduksi. Penanganan limbah ini dilakukan dengan cara menimbunnya di lahan kosong sehingga apabila volume limbah semakin bertambah maka semakin luas pula area yang diperlukan untuk menimbunnya. Berbagai potensi tersebut dimanfaatkan dengan pembangunan berbagai prasarana penunjang. Prasarana penunjang tersebut seperti pelabuhan laut, anjungan lepas pantai, jembatan, tempat peristirahatan, dermaga dan sebagainya.

Dalam proses pembuatannya kontak dengan air laut terkadang tidak dapat dihindarkan. Tujuan yang ingin dicapai adalah untuk mengetahui pengaruh campuran spesi semen dengan *Bottom Ash* terhadap nilai kuat tekan beton dengan variasi campuran persentase 0%, 10%, 20%, 25% dan direndam air laut pada durasi 7, 14, 28 hari.

Faktor campuran kadar *Bottom Ash* dan lama perendaman air laut pada silinder beton menunjukkan bahwa penambahan *Bottom Ash* sebagai pengganti semen sebanyak 10% memiliki peningkatan kekuatan beton dari beton normal (kadar *Bottom Ash* 0%) sebanyak **1,95 MPa** untuk rendaman 7 hari, **3,87 MPa** untuk rendaman 14 hari, **0,5 MPa** untuk rendaman 28 hari. Dan untuk kuat tekan pada rendaman 14 hari dan 28 hari mengalami penurunan kekuatan beton secara tidak signifikan. Setelah mengetahui hasil dan pembahasan pengaruh campuran kadar bottom ash dan lama perendaman air laut terhadap kuat tekan pada

silinder beton, maka hal ini menunjukkan dengan penurunan kuat tekan seiring dengan bertambahnya *Bottom Ash* yang digunakan, karena sifat semen yang mampu mengikat dan mengeras tidak dapat digantikan seluruhnya oleh *Bottom Ash* dan juga karena penggunaan air dalam jumlah yang sama dalam semua variasi.

Lamanya perendaman menggunakan air laut mempunyai pengaruh yang tidak terlalu signifikan terhadap nilai kuat tekan pada silinder beton. Hal ini disebabkan air laut memperlambat proses hidrasi atau pengerasan pada beton.

Maria dan Chris 2012, dalam skripsi yang berjudul “Pemanfaatan Abu Sekam Padi Dengan Treatment Hcl Sebagai Pengganti Semen Dalam Pembuatan Beton” melakukan penelitian terhadap beton dengan menambahkan abu sekam padi dengan atau tanpa Alkali Treatment dalam campuran beton. Penelitian ini menghasilkan beton pozzolanic yang memiliki kuat tekan yang cukup baik dengan mutu > 25 Mpa.

Ginjar Bagus Prasetyo, Suhendro Trinugroho, Dan Mochamad Solikin., 2015, dengan judul “Tinjauan Kuat Tekan Beton *Geopolymer* Dengan *Fly Ash* Sebagai Bahan Pengganti Semen” beton yang tersusun oleh agregat kasar, agregat halus, air, dan Semen Portland (SP) merupakan material yang sangat penting dan banyak digunakan untuk membangun berbagai infrastruktur. Pada saat proses memproduksi semen, terjadi pelepasan gas karbondioksida (CO_2) ke udara yang

besarannya sebanding dengan jumlah semen yang diproduksi yang dapat merusak lingkungan atau biasa disebut efek rumah kaca.

Guna mengatasi efek buruk tersebut maka perlu dicari material lain sebagai bahan pengganti semen. Beton *geopolymer* merupakan salah satu beton alternatif dibuat tanpa menggunakan semen sebagai bahan pengikat, dan sebagai gantinya digunakan abu terbang (*fly ash*) yang kaya akan silika dan alumina yang dapat bereaksi dengan cairan alkaline aktivator untuk menghasilkan bahan pengikat (*binder*). Alkaline Aktivator yang digunakan dalam penelitian ini adalah Na_2SiO_3 (sodium silikat) dan NaOH (sodium hidroksida) konsentrasi 10M. Pada penelitian ini dilakukan pengujian kuat tekan beton terhadap benda uji berbentuk kubus $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}^3$ sebanyak 45 benda uji.

Variasi aktivator 1:2, 2:2, 3:2, 4:2 dan 5:2, sedangkan variasi penggunaan agregat dan *binder* (*fly ash* dan aktivator) adalah 75% : 25%, 70% : 30% dan 65% : 35%. *Curing* yang dipakai dengan cara didiamkan dalam suhu ruangan. Pengujian dilakukan setelah beton berumur 28 hari. Berdasarkan hasil penelitian dapat diperoleh grafik hubungan antara kuat tekan beton *geopolymer* terhadap perbandingan aktivator. Untuk beton *geopolymer* 75 : 25, kuat tekan tertinggi dimiliki oleh beton dengan perbandingan $\text{Na}_2\text{SiO}_3:\text{NaOH} = 5:2$ sebesar $135,407 \text{ kg/cm}^2$. Untuk beton *geopolymer* 70 : 30, kuat tekan tertinggi dimiliki oleh beton dengan perbandingan $\text{Na}_2\text{SiO}_3:\text{NaOH} = 5:2$ sebesar $141,037 \text{ kg/cm}^2$. Dan untuk

beton *geopolymer* 65 : 35, kuat tekan tertinggi dimiliki oleh beton dengan perbandingan $\text{Na}_2\text{SiO}_3:\text{NaOH} = 4:2$ sebesar 98,593 kg/cm².

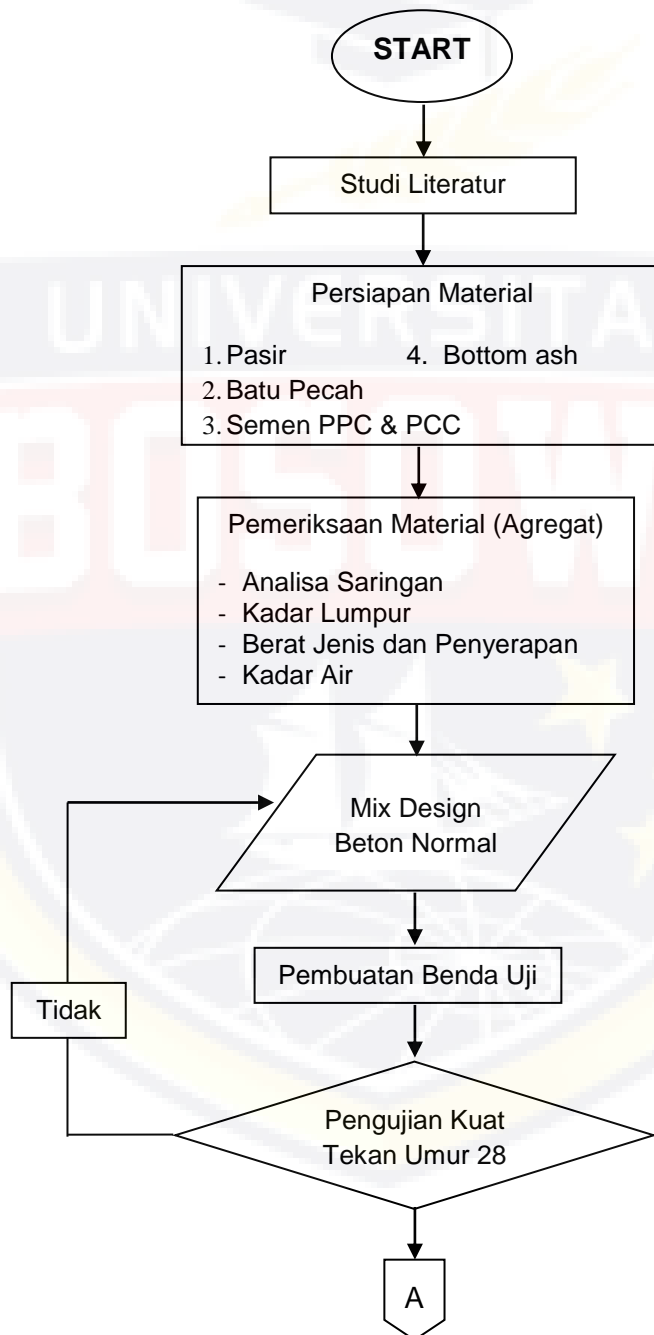
Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi perbandingan aktivator $\text{Na}_2\text{SiO}_3:\text{NaOH}$ yang digunakan dalam campuran beton, maka terdapat kecenderungan semakin tingginya kuat tekan yang dihasilkan oleh masing – masing beton.

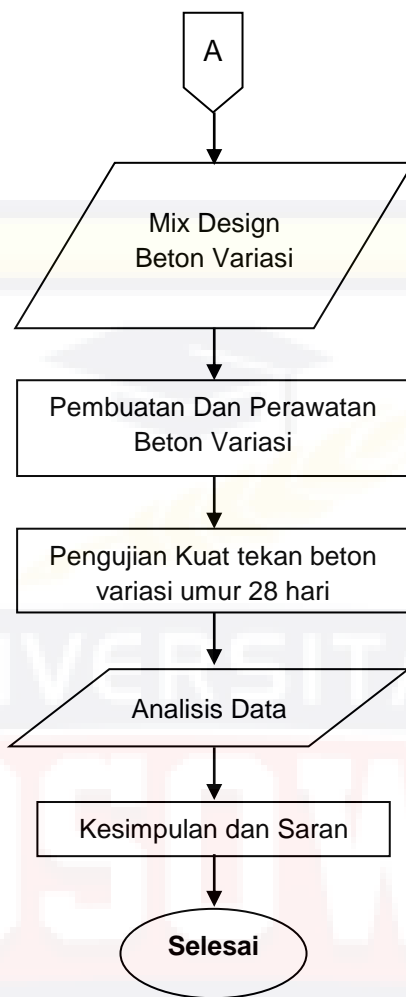


BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian





Gambar 3.1 Flow Chart (Bagan alir penelitian)

3.2 Penentuan Mix Design Beton Kontrolfc' 20 MPa

Mix design dilakukan untuk mengetahui proporsi kebutuhan material (kerikil, pasir, semen dan air) dalam campuran beton. Metode rancangan adukan beton yang dipakai adalah metode yang biasa dipakai oleh Departemen Pekerjaan Umum yaitu metode DOE (Departemen of Environment) yang merupakan pengembangan dari metode rancangan adukan beton cara Inggris (The British Mix Design Method).

3.3 Variabel Penelitian

Pada penelitian ini pengujian kuat tekan dilakukan sebanyak satu kali yaitu pada umur 28 hari. Dengan melakukan variasi pendekatan terhadap variasi komposisi campuran beton kontrol, diharapkan akan didapat data mengenai persentase variasi penggunaan semen type ppc dan pcc dengan bottom ash terhadap kuat tekan beton. Adapun variabel penelitian beton variasi seperti tercantum pada tabel 3.1 berikut ini.

Tabel 3.1. Variabel penelitian dan notasi sampel

NO	URAIAN	NOTASI	JUMLAH BENDA UJI
1	PPC : Bottom Ash = 50 : 50	PBA 50	3
2	PCC : Bottom Ash = 50 : 50	CBA 50	3
3	PPC : Bottom Ash = 75 : 25	PBA 25	3
4	PCC : Bottom Ash = 75 : 25	CBA 25	3

3.4 Metode Pengujian

3.4.1 Pengujian Karakteristik Agregat

Sebelum pembuatan benda uji beton, dilakukan pengujian terhadap karakteristik agregat halus dan kasar. Pemeriksaan karakteristik agregat yang dilakukan dalam penelitian ini mengacu pada ASTM yang meliputi:

Tabel 3.2 Pemeriksaan Agregat Halus

No	Jenis Pemeriksaan	Standar Yang Digunakan
1	Pemeriksaan Analisa Saringan	ASTM C33
2	Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan	ASTM C127
3	Pemeriksaan Kadar Air	ASTM C566
4	Pemeriksaan kadar lumpur	ASTM C117

Tabel 3.3 Pemeriksaan Agregat Kasar

No	Jenis Pemeriksaan	Standar Yang Digunakan
1	Pemeriksaan Analisa Saringan	ASTM C33
2	Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan	ASTM C127
3	Pemeriksaan Kadar Air	ASTM C566
4	Pemeriksaan kadar lumpur	ASTM C117

3.4.2 Pengujian Kuat Tekan

Sifat yang paling penting dari beton adalah kuat tekan beton. Kuat tekan biasanya berhubungan dengan sifat-sifat lain, maksudnya apabila kuat tekan beton tinggi, sifat-sifat lainnya juga baik (TjokrodimulyoK, 1995). Pengujian kuat tekan beton dilakukan mengikuti standar SNI 1974 - 2011.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

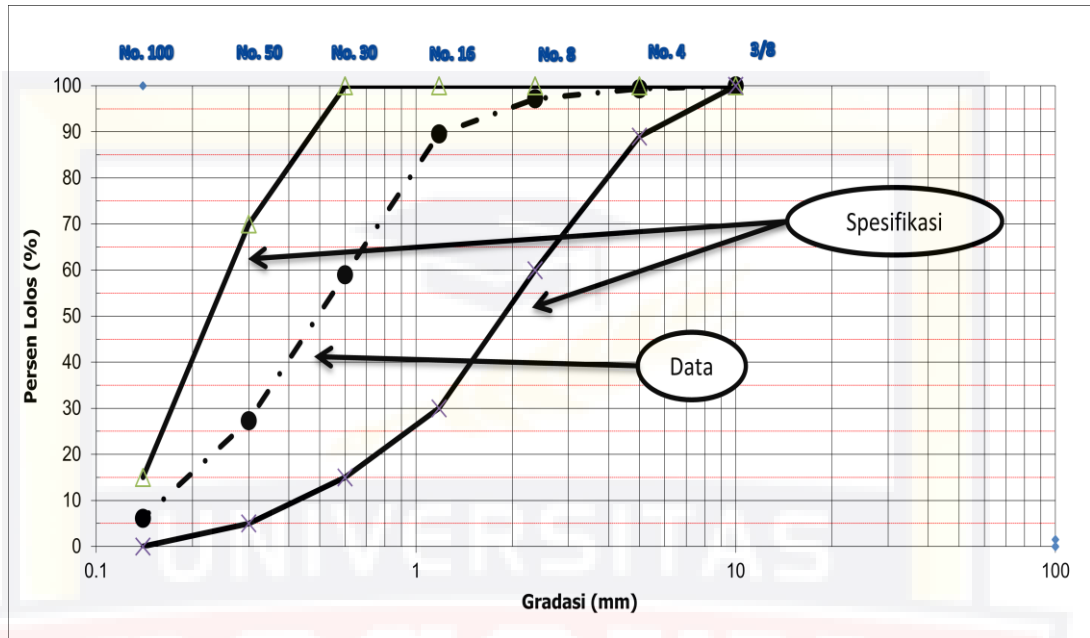
4.1. Karakteristik Material

Material yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari agregat alam yaitu agregat halus (pasir) dan agregat kasar (batu pecah) yang berasal dari bili-bili (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	Jenis Pengujian	Spesifikasi	Hasil Penelitian	Keterangan
1	Analisa Saringan	Lihat Tabel	Lihat Grafik 4.1	Memenuhi
2	Berat Jenis Bulk	1.6 – 3.2	2.27%	Memenuhi
	Berat Jenis SSD	1.6 – 3.2	2.42%	Memenuhi
	Berat Jenis Semu	1.6 – 3.2	2.68%	Memenuhi
3	Penyerapan	0.2% – 2%	6.71%	Relatif agak tinggi
4	Kadar Air	3% – 5%	7.58%	Relatif agak tinggi
5	Kadar Lumpur	0.2% – 6%	1.62%	Memenuhi

Sumber : Hasil perhitungan



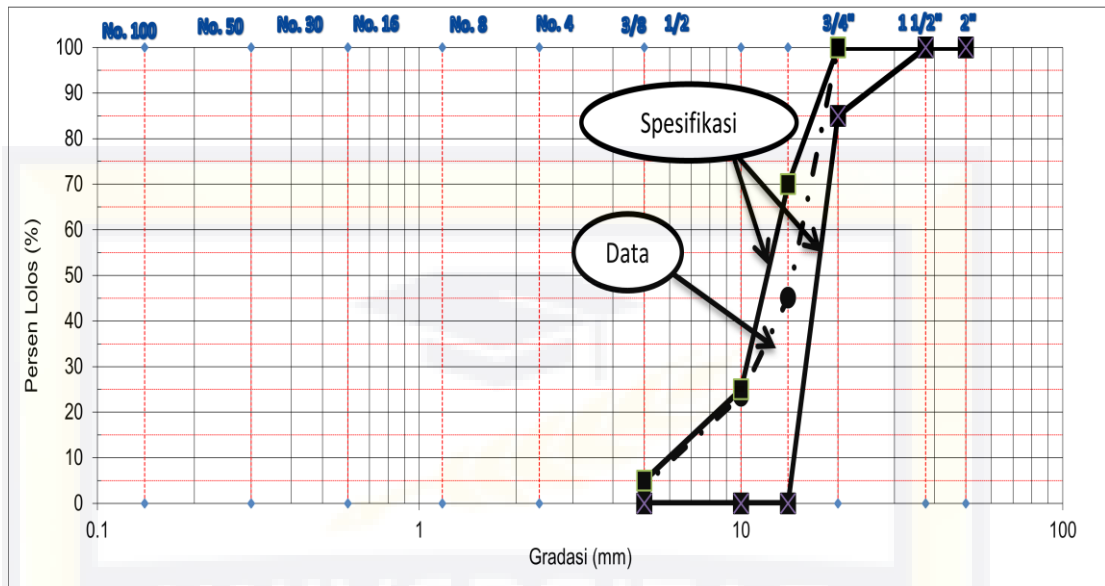
Gambar 4.1. Grafik analisa saringan agregat halus (Pasir)

Sumber : Hasil pengujian di laboratorium

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

No	Jenis Pengujian	Spesifikasi	Hasil Penelitian	Keterangan
1	Analisa Saringan	Lihat Tabel	Lihat Grafik 4.2	Memenuhi
2	Berat Jenis Bulk	1.6 – 3.2	2.25	Memenuhi
	Berat Jenis SSD	1.6 – 3.2	2.28	Memenuhi
	Berat Jenis Semu	1.6 – 3.3	2.31	Memenuhi
3	Penyerapan	0.2% - 4%	1.32	Memenuhi
4	Kadar Air	0.5% - 2%	0.94%	Memenuhi
5	Kadar Lumpur	0.2% - 1%	0.91%	Memenuhi

Sumber : Hasil perhitungan



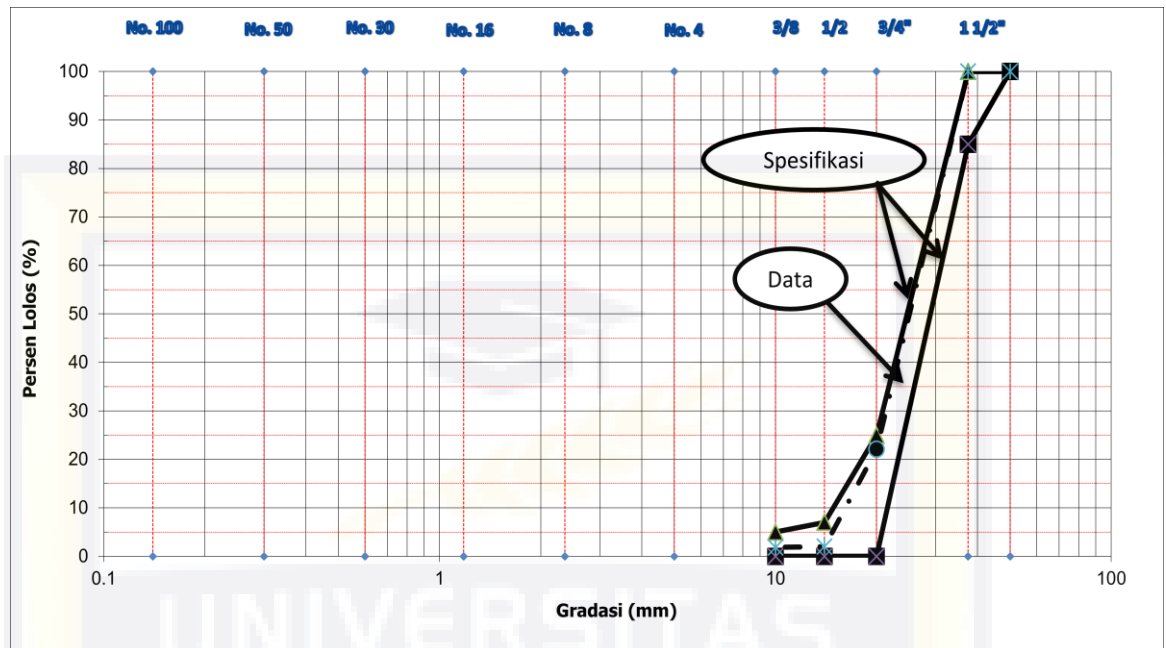
Gambar 4.2. Grafik analisa saringan agregat kasar (batu pecah 1-2)

Sumber : Hasil pengujian di laboratorium

Tabel 4.3. Pemeriksaan Karakteristik Agregat Kasar (Bp 2-3)

No	Jenis Pengujian	Spesifikasi	Hasil Penelitian	Keterangan
1	Analisa Saringan	Lihat Tabel	Lihat Grafik 4.3	Memenuhi
2	Berat Jenis Bulk	1.6 – 3.2	2.66%	Memenuhi
	Berat Jenis SSD	1.6 – 3.2	2.70%	Memenuhi
	Berat Jenis Semu	1.6 – 3.2	2.78%	Memenuhi
3	Penyerapan	0.2% - 4%	1.61%	Memenuhi
4	Kadar Air	0.5% - 2%	0.65%	Memenuhi
5	Kadar Lumpur	0.2% - 1%	0.68%	Memenuhi

Sumber : Hasil perhitungan



Gambar 4.3. Grafik analisa saringan agregat kasar (batu pecah 2-3)

Sumber : Hasil pengujian di laboratorium

Dari tabel diatas menunjukkan 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.

4.2. Perancangan Campuran Beton Normal

4.2.1. Perancangan Campuran 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 4.4. Data hasil perhitungan mix design beton normal 20

Mpa

Nilai Slump	7 ± 2 cm
Kuat tekan yang disyaratkan	20 MPa
Deviasi standar	-
Nilai tambah (margin)	7,00
Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	27 MPa
Faktor air semen bebas (Fas)	0,54(grafik)
Faktor air semen maksimum	0,60(tabel)
Kadar air bebas	185 kg/m ³
Kadar semen maksimum	343 kg/m ³
Kadar semen minimum	275 kg/m ³
Berat isi beton	2290(grafik)
Berat agregat gabungan	1762,41 kg/m ³
Berat agregat halus (pasir)	616,84 kg/m ³
Berat agregat kasar (batu pecah 2-3)	440,60 kg/m ³
Berat agregat kasar (batu pecah 1-2)	704,96 kg/m ³
Berat jenis gabungan	2,50 kg/m ³

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

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

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

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

$$V = 0,00530 \text{ m}^3$$
- Perhitungan untuk 1 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 4.5. Data perhitungan mix design

Bahan	Berat /M ³ Beton (kg)	Volume Benda Uji (m ³)	Berat Untuk 1 Sampel (kg)	Berat Untuk 20 Sampel (kg)
Air	188,08	0,0064	1,20	23,92
Semen	349,59	0,0064	2,18	43,57
Pasir	622,21	0,0064	3,96	79,13
B. Pecah 2-3	698,20	0,0064	4,44	88,79
B. Pecah 1-2	438,93	0,0064	2,79	55,82

Sumber : Hasil perhitungan

4.2.2. Kebutuhan Beton Variasi Per 1 Sampel

Komposisi bahan campuran beton variasi dilakukan pendekatan perbandingan berat semen pada beton normal. Komposisi beton variasi dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 4.6. Komposisi campuran beton variasi 1 silinder

Bahan Beton Variasi	PBA 50 (Kg)	CBA 50 (Kg)	PBA 25 (Kg)	CBA 25 (Kg)
Bottom Ash	1,09	1,09	0,545	0,545
a. PPC	1,09	-	1,635	-
b. PCC	-	1,09	-	1,635
c. Air	0,64	0,64	0,64	0,64
Pasir	3,96	3,96	3,96	3,96
Batu Pecah 2-3	4,44	4,44	4,44	4,44
Batu Pecah 1-2	2,79	2,79	2,79	2,79

Sumber : Hasil perhitungan

4.2.3 Pengujian Slump Test

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 yaitu sebesar 8 cm .Sehingga material ini memenuhi batas syarat nilai slump test untuk beton yaitu 7 ± 2 cm.

Tabel 4.7.. Pengujian Slump Test Beton Normal

Pengeco ran	Hasil Pengujian (cm)	Rata-rata (cm)
I	9	8,37
II	8	
III	8,5	
IV	8	

Sumber : Hasil Pengujian di Lab Teknik Sipil

4.2.4 Pengujian Kuat Tekan

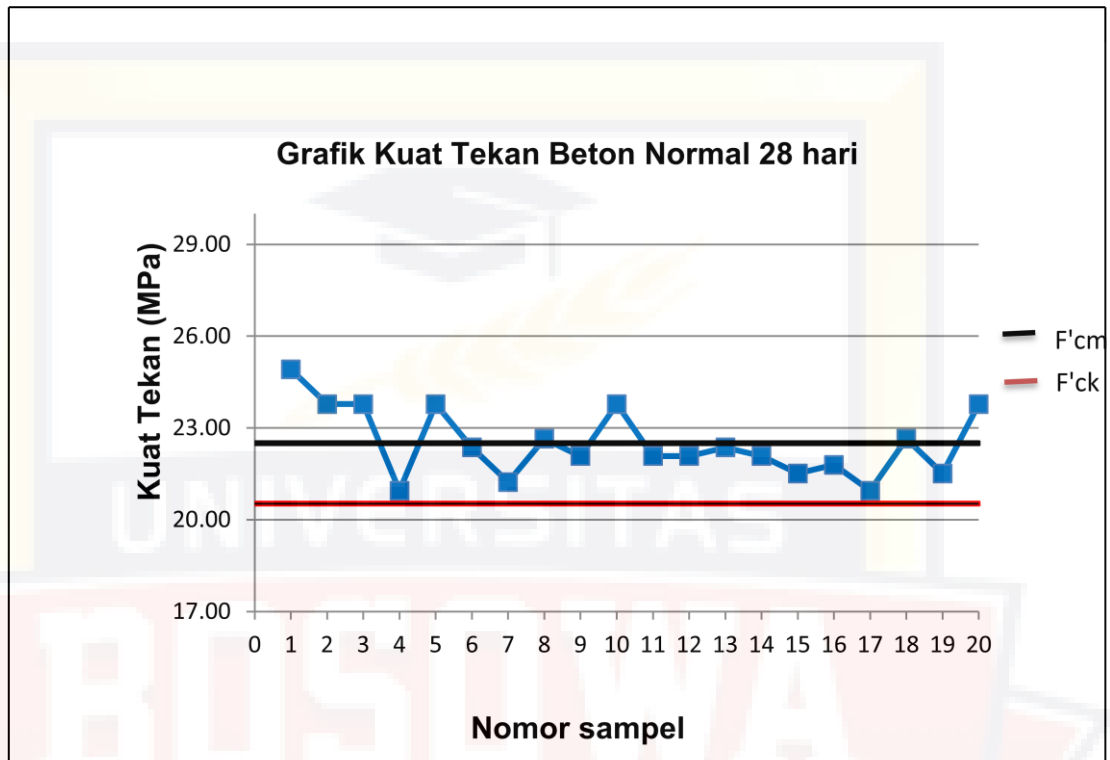
Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan cara memberikan beban hingga benda uji tersebut hancur dengan alat uji kuat tekan (Compressive Sterngth). Pada saat benda uji hancur didapatkan beban atau gaya tekan maksimum (Pmaks) dari benda uji. Data tersebut kemudian diolah untuk memperoleh nilai kuat tekan beton (fc').

Hasil pengujian kuat tekan beton normal (beton kontrol) pada umur 28 hari dapat dilihat pada Grafik 4.4 dengan nilai rata-rata kuat tekan 22,51 Mpa.

Tabel 4.8. Hasil kuat tekan beton normal

No Benda Uji	Berat (Kg)	Slump(cm)	Kua Tekan (Mpa)
I	12,55	9	24,91
II	12,37	9	23,78
III	12,27	9	23,78
IV	12,22	9	20,95
V	12,25	9	23,78
VI	12,19	8	22,36
VII	12,15	8	21,23
VIII	12,21	8	22,65
IX	12,31	8	22,08
X	12,10	8	23,78
XI	12,22	8,5	22,08
XII	12,31	8,5	22,08
XIII	12,19	8,5	22,36
XIV	12,33	8,5	22,08
XV	12,24	8,5	21,51
XVI	12,29	8	21,80
XVII	12,28	8	20,95
XVIII	12,18	8	22,65
XIX	12,33	8	21,51
X	12,35	8	23,78
Kuat tekan rata-rata			22,51

Sumber : Hasil pengujian di laboratorium



Gambar 4.4. Grafik kuat tekan beton normal

Sumber : Hasil perhitungan

$$F_{ck} = f_{cm} - k \times S$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{ci} - f_{cm})^2}{n-1}} \quad S = \frac{\sqrt{23,6405537}}{20-1} = 1,24424$$

$$= 1,1155$$

$$F_{ck} = 22,51 - 1,645 \times (1,1155 \times 1,08) = 20,52359 > 20 \text{ MPa}$$

Dari hasil pengujian kuat tekan beton normal diatas didapatkan nilai kuat tekan karakteristik sebesar 20,52359 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.

4.3. Beton Variasi

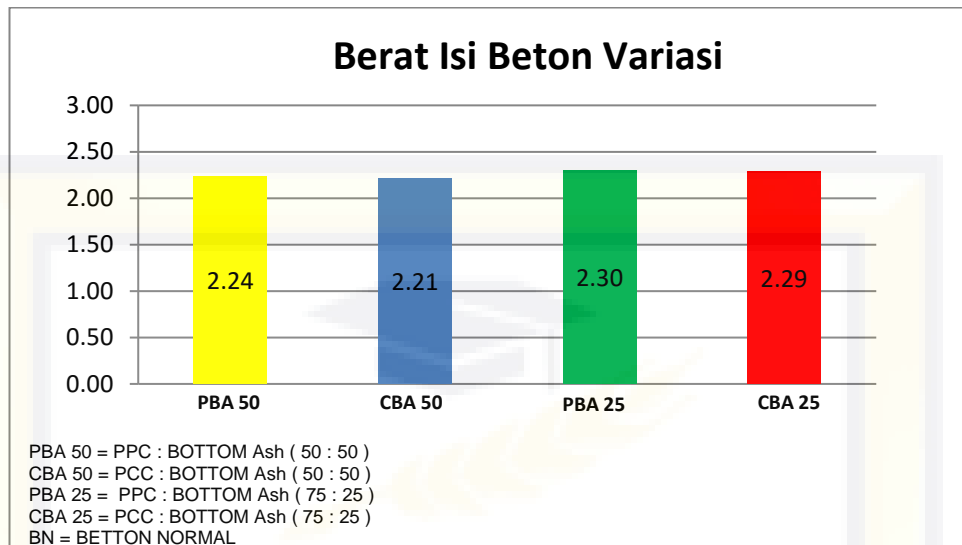
4.3.1 Berat Isi Beton Variasi

Hasil Perhitungan berat isi beton variasi dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel. 4.9. Berat Isi Beton Variasi

No	Notasi Sampel	Berat isi Rata-rata Beton Variasi ton/m ³
1	PBA 50	2,24
2	CBA 50	2,21
3	PBA 25	2,30
4	CBA 25	2,29

Sumber : Hasil perhitungan



Gambar. 4.5. Grafik Berat Isi Beton Variasi

Sumber : Hasil perhitungan

Dari hasil perhitungan berat beton dibagi dengan volume silinder dalam hal ini adalah berat isi beton yang dapat dilihat pada grafik 4.6 dimana berat isi beton tertinggi pada beton variasi 3 dimana pada beton ini menggunakan perbandingan komposisi PPC dan Bottom Ash yaitu, 75 : 25, sedangkan dengan nilai terendah pada beton variasi 2 dengan komposisi PCC dan Bottom Ash yaitu 50 : 50.

4.3.2 Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi

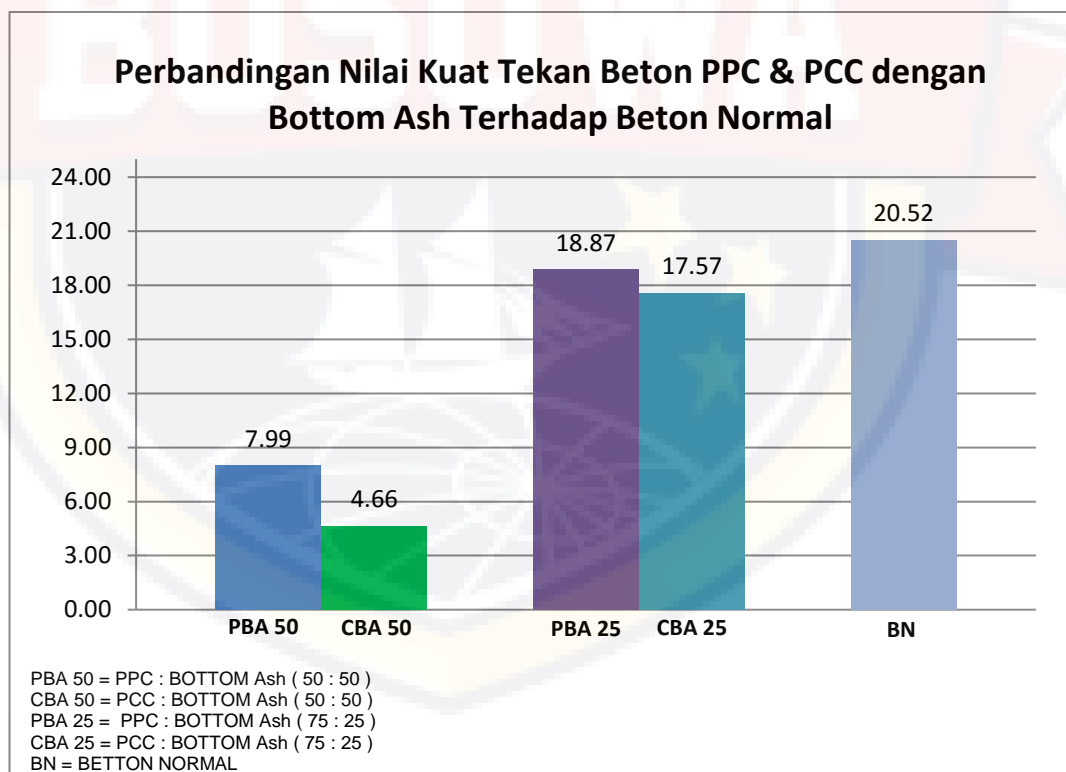
Hasil pengujian kuat tekan beton variasi pada umur 28 hari dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel. 4.10. Kekuatan Tekan Beton Variasi

Notasi Sampel	Slump (cm)	Kuat tekan Rata-rata (Mpa)
PBA 50	7	7,99

CBA 50	9	4,66
PBA 25	8	18,87
CBA 25	9	17,57

Sumber : Hasil pengujian di laboratorium



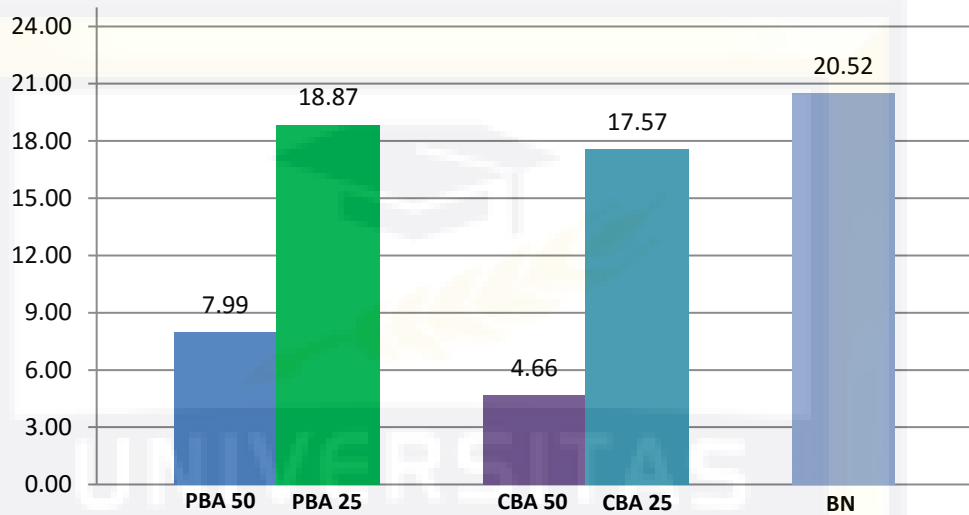
Gambar.4.6. Grafik Perbandingan Nilai Kuat Tekan Beton PPC dan PCC dengan Bottom Ash pada Beton Normal

Sumber : Hasil perhitungan

Dari hasil pemeriksaan kuat tekan beton variasi pada tabel diatas, terlihat bahwa kuat tekan tertinggi terdapat pada variasi PBA - 75 dengan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 18,87 Mpa dengan variasi perbandingan komposisi PPC dan Bottom Ash yaitu, 75 : 25 hasilnya dapat dilihat pada grafik 4.6. Pada beton PBA - 75 lebih tinggi kuat tekannya dibandingkan dengan beton PBA - 50 dikarenakan pada variasi beton PBA - 75 komposisi semennya lebih tinggi dibandingkan beton PBA - 50, yang dimana pada PBA - 50 dan PBA - 75 menggunakan semen tipe PPC. Pada beton CBA - 75 lebih tinggi kuat tekannya dibandingkan dengan beton CBA - 50 dikarenakan pada variasi beton CBA - 75 komposisi semennya lebih tinggi dibandingkan beton CBA - 50, yang dimana pada CBA - 50 dan CBA - 75 menggunakan semen tipe PCC yang dimana disetiap variasinya ditambahkan dengan Bottom ash.

Beton PBA - 75 yang menggunakan semen tipe PPC lebih tinggi dibandingkan pada beton CBA - 75 yang menggunakan semen tipe PCC, hal ini disebabkan karena pada semen tipe PPC lebih bereaksi mengikat bottom ash dibandingkan dengan semen tipe PCC, dan dilihat pada Grafik 4.6.

Perbandingan Nilai Kuat Tekan Beton dengan Menggunakan Bottom Ash pada Variasi Type Semen Berbeda



PBA 50 = PPC : BOTTOM Ash (50 : 50)
CBA 50 = PCC : BOTTOM Ash (50 : 50)
PBA 25 = PPC : BOTTOM Ash (75 : 25)
CBA 25 = PCC : BOTTOM Ash (75 : 25)
BN = BETTON NORMAL

Gambar. 4.7. Grafik Perbandingan Nilai Kuat Tekan Beton dengan Menggunakan Bottom Ash pada Variasi Type Semen Berbeda

Sumber : Hasil perhitungan

Sebaliknya kuat tekan terendah terdapat pada variasi PBA - 50 yaitu dengan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 4,66 MPa dengan variasi perbandingan komposisi PCC dan Bottom Ash yaitu, 50 : 50 hasilnya dapat dilihat pada grafik 4.6. Hal ini disebabkan berkurangnya komposisi semen akibat dari penambahan bottom ash, dimana fungsi semen sebagai bahan pengikat pada beton kemudian berkurang, sehingga mengalami penurunan pada kuat tekan beton variasi.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa:

1. Penggunaan *Bottom Ash* atau limbah batu bara pada campuran beton dengan menggunakan type semen PPC (Portland Pozzolan Cement) dan PCC (Portland Composit Cement),menghasilkan kuat tekan yang rendah dibandingkan dengan tanpa *bottom ash*.Hal ini menunjukkan dengan penurunan kuat tekan seiring dengan bertambahnya *Bottom Ash* yang digunakan, karena sifat semen yang mampu mengikat dan mengeras tidak dapat digantikan seluruhnya oleh *Bottom Ash* dan juga penggunaan air dalam jumlah yang sama dalam semua variasi. Sehingga kuat tekan tekan yang dihasilkan juga mengalami penurunan dibandingkan dengan campuran beton tanpa bahan pengganti.
2. Hasil dari campuran beton yang menggunakan limbah batu bara (*Bottom Ash*) pada workability fan homogeneity yaitu :
 - a) Pada Workability campuran beton yang menggunakan ***Bottom Ash***,nilainya sangat baik untuk pencampuran dengan nilai rata-rata slump 8,25 cm
 - b) Campuran beton menggunakan *Bottom Ash* dapat ditinjau dari tingkat homogeneity dimana campuran tersebut sangat baik. Dimana ***Bottom Ash*** sangat mudah tercampur dengan rata pada campuran beton,tetapi hal ini

berbanding terbalik dengan hasil kuat tekan beton tersebut mengalami penurunan dibandingkan beton normal.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan dapat diberikan saran yang diharapkan dapat bermanfaat. Saran yang dapat diberikan sebagai berikut :

- a)** Usahakan proses pemadatan dari setiap sampelnya dilakukan secara konsisten agar beton benar-benar padat dan semua pori terisi secara merata.
- b)** Perlunya dilakukan penelitian selanjutnya pada proses curing yang berlanjut agar didapatkan kuat tekan yang lebih tinggi
- c)** Untuk penelitian selanjutnya dapat dicoba menggunakan bahan-bahan limbah industri lain sebagai pengganti semen seperti, limbah gipsum, limbah pabrik keramik.
- d)** Variasi PPC 75 : Bottom Ash 25 (PBA 25) dapat digunakan sebagai beton non struktur dan menambah kelecekan, menurunkan panas hidrasi terhadap beton.

DAFTAR PUSTAKA

Arifin,& Septiawan, 2012, ***Pemanfaatan Bottom Ash Sebagai Pengganti Semen Terhadap Penyerapan Air dan Kuat Tekan Batako***, Tugas Akhir Fakultas Teknik Jurusan Sipil,Universitas Brawijaya,Malang.

Arinata.A.S, Hidayat.M.T, & Ari Wibowo, 2015,***Pengaruh Campuran Kadar Bottom Ash Dan Lama Perendaman Air Laut Terhadap Kuat Tekan Pada Silinder Beton***, Jurnal.

Coal Bottom Ash/Boiler Slag-material Description,[http://www.cedar.at/mailarchives/waste/cbas_1.htm], 2000.

Prasetyo.G.B , Suhendro Trinugroho, Dan Mochamad Solikin., 2015, dengan judul ***“Tinjauan Kuat Tekan Beton Geopolymer Dengan Fly Ash Sebagai Bahan Pengganti Semen”***

I Made Alit KS, 2009, ***Pengaruh Jenis Semen dan Agregat Kasar terhadap Kuat Tekan Beton***, jurnal.

Murdock L. J dan Brook, 1991,***Bahandan Praktek Beton***, Erlanga, Jakarta.

Maria dan Chris, 2012,***Pemanfaatan Abu Sekam Padi Dengan Treatment Hcl Sebagai Pengganti Semen Dalam Pembuatan Beton***, jurnal.

Nawy Edward G, 1990,***Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar***, Terjemahan PTERESCO, Bandung.

SNI 03-2847-2013, **Ketentuan Umum Rancang Campur**, Badan Standarisasi Nasional.

ASTM C33 – 08, **Standard Specification for Concrete Aggregates**.

SNI 03-2834-2000, **Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangun Gedung**, Badan Standarisasi Nasional.

Teknologi Bahan I., 2011. Teknologi Beton.

SNI 03 - 2834 – 2000, **Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal**, Badan Standarisasi Nasional.

Tjokrodimuljo, K, 1996, **Teknologi Beton**, Yogyakarta.



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

Nama : Siswanto
Nim : 45 12 041 126

**Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan
Agregat Kasar**

No	Karakteristik Agregat	Spesifikasi Interval	Hasil Pemeriksaan		Keterangan
			BP 1-2	BP 2-3	
1	Analisa saringan	-	Lihat Lampiran		Memenuhi
2	Kadar lumpur	0.2 - 1%	0.91 %	0.68%	Memenuhi
3	Kadar air	0.5 - 2%	0.94%	0.65%	Memenuhi
4	Berat Isi				
	a. Lepas	1.6 - 1.9	1,41	1,37	Rendah
	b. Padat	1.6 - 1.9	1,56	1,49	Rendah
5	Absorsi	0.2% - 4%	1,32	1,61	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik				
	a. Bj. Nyata	1.6 - 3.2	2,25	2,66	Memenuhi
	b. Bj. Dasar Kering	1.6 - 3.2	2,31	2,78	Memenuhi
	c. Bj. Kering Permukaan	1.6 - 3.2	2,28	2,7	Memenuhi

Mengetahui :
Kepala Laboratorium
Struktur dan Bahan





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

Nama : Siswanto
Nim : 45 12 041 126

**Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan
Agregat Halus (Pasir)**

No	Karakteristik Agregat	Spesifikasi Interval	Hasil Pemeriksaan	Keterangan
1	Analisa saringan	-	Lihat Lampiran	Memenuhi
2	Kadar lumpur	0.2% - 6%	1,62%	Memenuhi
3	Kadar air	3% - 5%	7,58%	Tinggi
4	Berat Isi			
	a. Lepas	1.4 - 1.9	1,09	Memenuhi
	b. Padat	1.4 - 1.9	1,34	Memenuhi
5	Absorsi	0.2% - 2%	6,71%	Tinggi
6	Berat jenis spesifik			
	a. Bj. Nyata	1.6 - 3.2	2,27%	Memenuhi
	b. Bj. Dasar Kering	1.6 - 3.2	2.68%	Memenuhi
	c. Bj. Kering Permukaan	1.6 - 3.2	2.42%	Memenuhi

Mengetahui :
Kepala Laboratorium
Struktur dan Bahan





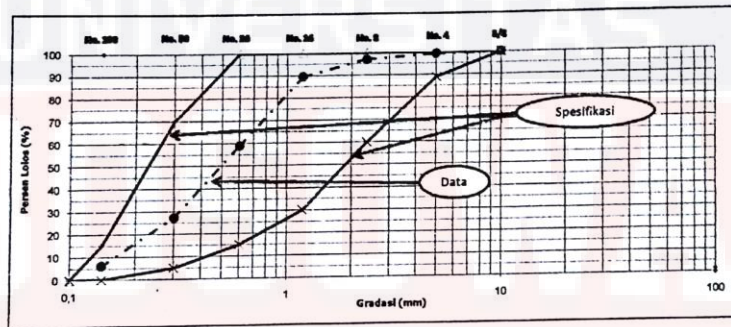
LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS

Mateial : Pasir
Tanggal : 29/04/2017
Sumber : Bili-bili

Nama : Siswanto
Nim : 45 12 041 126

Saringan No	Total : 1500			Total : 1500			2518,6			1500			Rata-rata		Spesifikasi
	Sampel	% Tertahan	% Lolos	Sampel	% Tertahan	% Lolos	Sampel	% Tertahan	% Lolos	Sampel	% Tertahan	% Lolos	% Lolos	%	
3/8"	0,0	0	100	0,0	0	100	0,0	0,000	100	0,0	0,000	100	100	100	100
No. 4	0,5	0,033	99,967	0,3	0,020	99,980	0,0	0,000	100,000	0,0	0,000	100,000	99,98	89 - 100	
No. 8	54,0	3,600	96,400	57,2	3,813	96,187	49,9	3,327	96,673	49,9	3,327	96,673	96,42	60 - 100	
No. 15"	229,3	15,287	84,713	221,3	14,753	85,247	222,5	14,833	85,167	222,5	14,833	85,167	85,04	30 - 100	
No. 30	744,6	49,640	50,360	747,8	49,853	50,147	752,8	50,187	49,813	752,8	50,187	49,813	50,11	15 - 100	
No. 50	1102,2	73,480	26,520	1249,5	83,300	16,700	1290,8	86,053	13,947	1290,8	86,053	13,947	19,06	5 - 70	
No. 100	1341,6	89,440	10,560	1327,2	88,480	11,520	1366,2	91,080	8,920	1366,2	91,080	8,920	10,33	0 - 15	
Pan	1469,5	97,967	2,033	1438,3	95,887	4,113	1479,2	98,613	1,387	1479,2	98,613	1,387	2,51		



Mengetahui :



Asisten Laboratorium



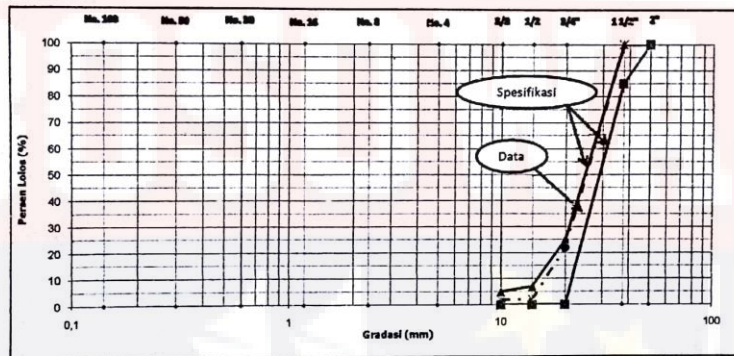
**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR

Mateial : Batu Pecah 2-3
Tanggal : 22/04/2017
Sumber : Bili-bili

Nama : Siswanto
Nim : 45 12 041 126

Saringan No	Total : 2000			Total : 2000			Total : 2522,4			Rata-rata	Spesifikasi
	Sampel	1		Sampel	2		Sampel	3		%	
	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Lolos	
Z"	0	0	100	0	0	100				100	100
1 1/2"	0	0	100	0	0	100				100	85 - 100
3/4"	1585,3	79,265	20,735	1531,6	76,580	23,420				22,0775	0 - 25
1/2"	1963,7	98,185	1,815	1957,2	97,860	2,140				1,9775	-
3/8"	1965,1	98,255	1,745	1961,1	98,055	1,945				1,845	0 - 5
No. 4	1965,2	98,260	1,740	1962,2	98,110	1,890				1,815	
No. 8	1968,1	98,305	1,695	1962,6	98,130	1,870				1,7825	
No. 16	1967,5	98,375	1,625	1963,5	98,175	1,825				1,725	
No. 30	1968,2	98,410	1,590	1964,3	98,215	1,785				1,6875	
No. 50	1969,1	98,455	1,545	1964,5	98,225	1,775				1,66	
No. 100	1968,8	98,440	1,560	1965,8	98,290	1,710				1,635	
Pan	1972,5	98,625	1,375	1971,8	98,590	1,410				1,393	



Mengetahui :

Kepala Laboratorium
Struktur dan Bahan

Eka Yuniarto
Eka Yuniarto, ST, MT

Asisten Laboratorium

ARDI, ST
ARDI, ST



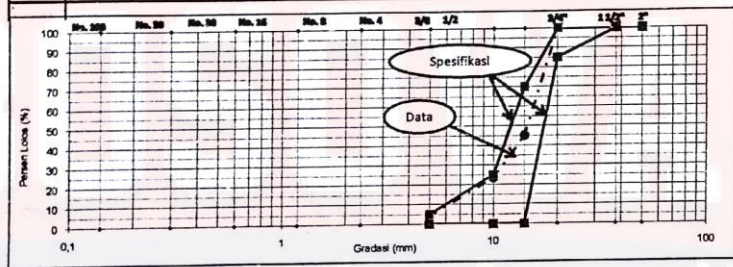
**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR

Material : Batu Pecah 1-2
Tanggal : 22/04/2017
Sumber : Beli-beli

Nama : Siswanto
Nim : 45 12 041 126

Saringan No	Total : 2000			Total : 2000			Total : 2500,4			Rata-rata		Spesifikasi
	Sampel 1		% Lolos	Sampel 2		% Lolos	Sampel 3		% Lolos	% Lolos		
	Kumulatif Tertahan	% Tertahan		Kumulatif Tertahan	% Tertahan		Kumulatif Tertahan	% Tertahan				
2"	0	0	100	0	0	100				100	-	
1 1/2"	0	0	100	0	0	100				100	100	
3/4"	0	0,000	100,000	0	0,000	100				100	85 - 100	
1/2"	1084,6	54,230	45,770	1110,8	55,540	44,480				45,115	0 - 70	
3/8"	1567,8	78,390	21,610	1488,1	74,405	25,595				23,6025	0 - 25	
No. 4	1901,5	95,075	4,925	1939,3	96,965	3,035				3,98	0 - 5	
No. 8	1961,3	98,065	1,935	1951,5	97,575	2,425				2,18	-	
No. 16	1962	98,100	1,900	1952,2	97,610	2,390				2,145	-	
No. 30	1962,7	98,135	1,865	1952,3	97,615	2,385				2,125	-	
No. 50	1963,6	98,180	1,820	1953,4	97,670	2,330				2,075	-	
No. 100	1963,9	98,195	1,805	1967,2	98,360	1,640				1,7225	-	
Pan	1972,5	98,625	1,375	1971,8	98,590	1,410				1,393	-	



Mengetahui :



Asisten Laboratorium



LABORATORIUM STRUKTUR & BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

PEMERIKSAAN BERAT ISI
(SNI 2847- 2013)

AGREGAT KASAR 2-3

CARA LEPAS

Nomor Benda Uji	I	II
Berat Container (A) (gr)	6210	6185
Berat Container + Agregat (B) (gr)	9125	9082
Berat Agregat (C) = (B) - (A) (gr)	2915	2897
Volume Container (D) (cm ³)	2114,4	2135,5
Berat Isi Agregat = C/D (gr/cm ³)	1,38	1,36
Berat Isi Rata-rata Agregat (gr/cm ³)	1,37	

CARA PADAT

Nomor Benda Uji	I	II
Berat Container (A) (gr)	6205	6170
Berat Container + Agregat (B) (gr)	9385	9334
Berat Agregat (C) = (B) - (A) (gr)	3180	3164
Volume Container (D) (cm ³)	2114,4	2135,5
Berat Isi Agregat = C/D (gr/cm ³)	1,50	1,48
Berat Isi Rata-rata Agregat (gr/cm ³)	1,49	



LABORATORIUM STRUKTUR & BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

PEMERIKSAAN BERAT ISI
(SNI 2847- 2013)

AGREGAT KASAR 1-2

Nomor Benda Uji	I	II
Berat Container	6210	6185
Berat Container + Agregat	9216	9168
Berat Agregat (C) = (B) - (A) (gr)	3006	2983
Volume Container (D) (cm ³)	2114,4	2135,5
Berat Isi Agregat = C/D (gr/cm ³)	1,42	1,40
Berat Isi Rata-rata Agregat (gr/cm ³)	1,41	

CARA PADAT

Nomor Benda Uji	I	II
Berat Container (A) (gr)	6210	6185
Berat Container + Agregat (B) (gr)	9565	9476
Berat Agregat (C) = (B) - (A) (gr)	3355	3291
Volume Container (D) (cm ³)	2114,40	2135,50
Berat Isi Agregat = C/D (gr/cm ³)	1,59	1,54
Berat Isi Rata-rata Agregat (gr/cm ³)	1,56	



LABORATORIUM STRUKTUR & BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

PEMERIKSAAN BERAT ISI
(SNI 2847- 2013)

Material : pasir

LEPAS :

Nomor Benda Uji	I	II
Berat Container (A) (gr)	6185	6210
Berat Container + Agregat (B) (gr)	8460	8560
Berat Agregat (C) = (B) - (A) (gr)	2275	2350
Volume Container (D) (cm ³)	2135,5	2114,4
Berat Isi Agregat = C/D (gr/cm ³)	1,07	1,11
Berat Isi Rata-rata Agregat (gr/cm ³)	1,09	

PADAT :

Nomor Benda Uji	I	II
Berat Container (A) (gr)	6185	6210
Berat Container + Agregat (B) (gr)	9006	9086
Berat Agregat (C) = (B) - (A) (gr)	2821	2876
Volume Container (D) (cm ³)	2135,5	2114,4
Berat Isi Agregat = C/D (gr/cm ³)	1,32	1,36
Berat Isi Rata-rata Agregat (gr/cm ³)	1,34	



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Material : Batu Pecah 1-2
Tanggal : 4 Mei 2017

Nama : Siswanto
Nim : 45 12 041 126

		A	B	Rata-Rata
Berat Benda Uji Kering Oven	B_k	2169,4	2192,1	2180,75
Berat Benda Uji Kering - Permukaan Jenuh	B_j	2199,8	2219,1	2209,45
Berat Benda Uji dalam Air	B_a	1224,8	1251,8	1238,3

		A	B	Rata-Rata
Berat Jenis (Bulk)	$\frac{B_k}{B_j - B_a}$	2,23	2,27	2,25
Berat Jenis Kering - Permukaan Jenuh	$\frac{B_j}{B_j - B_a}$	2,26	2,29	2,28
Berat Jenis Semu (Apparent)	$\frac{B_k}{B_k - B_a}$	2,30	2,33	2,31
Penyerapan (Absorption)	$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$	1,40	1,23	1,32

Mengetahui :



Asisten Laboratorium

ARDI, ST



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Material : Batu Pecah 2-3
Tanggal : 4 Mei 2017
Sumber : Bill - Bill

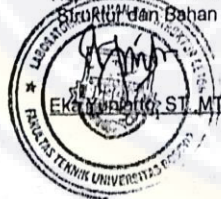
Nama : Siswanto
Nim : 4512041126

		A	B	Rata-Rata
Berat Benda Uji Kering Oven	B_k	2236,2	2240,1	2238,15
Berat Benda Uji Kering - Permukaan Jenuh	B_j	2274,5	2274	2274,25
Berat Benda Uji dalam Air	B_a	1414	1449,1	1431,55

		A	B	Rata-Rata
Berat Jenis (Bulk)	$\frac{B_k}{\frac{B_j}{B_a} - 1}$	2,60	2,72	2,66
Berat Jenis Kering - Permukaan Jenuh	$\frac{B_j}{\frac{B_j}{B_a} - 1}$	2,64	2,76	2,70
Berat Jenis Semu (Apparent)	$\frac{B_k}{\frac{B_k}{B_a} - 1}$	2,72	2,83	2,78
Penyerapan (Absorption)	$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$	1,71	1,51	1,61

Mengetahui :

Kepala Laboratorium
Struktur dan Bahan



Eka Yudianto, ST, MT

Asisten Laboratorium

ARDI, ST



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT HALUS

Material : Pasir
Tanggal : 4 Mei 2017
Sumber : Bili - Bili

Nama : Siswanto
Nim : 4512041126

	A	B	Rata - rata
Berat benda uji kering - permukaan jenuh (SSD) _____ 500	500	500	500
Berat benda uji kering oven _____ B_k	468,3	468,8	468,55
Berat Piknometer diisi air (25°C) _____ B	692,6	689,5	691,05
Berat piknometer + benda uji (SSD) + air(25°C) _____ B_t	984,9	984,8	984,85

	A	B	Rata - rata
Berat jenis (Bulk) $\frac{B_k}{(B + 500 - B_t)}$	2,25	2,29	2,27
Berat jenis kering - permukaan jenuh $\frac{500}{(B + 500 - B_t)}$	2,41	2,44	2,42
Berat jenis semu (Apparent) $\frac{B_k}{(B + B_k - B_t)}$	2,66	2,70	2,68
Penyerapan (Absorption) $\frac{(500 - B_k)}{B_k} \times 100\%$	6,77	6,66	6,71

Mengetahui :



Asisten Laboratorium

ARDI, ST



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

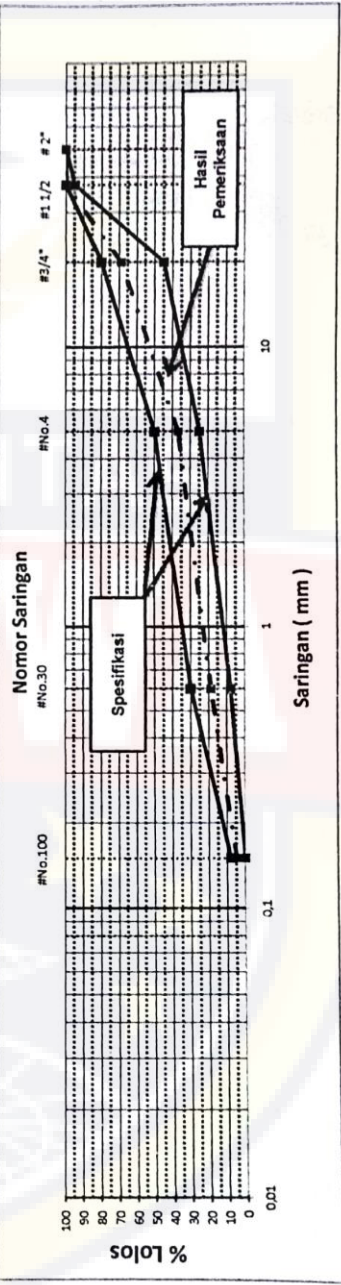
COMBINED AGGREGATE GRADING

Material : Batu Pecah (2-3, 1-2) & Pasir
 Tanggal : 30/4/2017
 Sumber : Billi - billi

Nama : Siswanto
 Stambuk : 45 12 041 126

ASTM SIEVE SIZE	AGGREGATE GRADING (AVERAGE)				COMBINED AGGREGATE GRADING BETON (Maksimum Nominal 20 mm)											AGG. SURFACE FACTOR
	a	b	c	d	I	II	III	IV	V	VI	VII	IX	X	XI	SPEC	
2"	100	100	100	100	100											100
1 1/2"	100	100	100	100	100											95-100
3/4"	22,078	100	100	100	68,831											45-80
No. 4	1,815	3,98	99,98	36,71478												25-50
No. 30	1,6875	2,125	50,11	18,74558												8-30
No. 100	1,635	1,7225	10,33	4,701292												0-8

AGGREGATE	a. Batu Pecah 2-3	40														
BLENDING RATIO (% BY WEIGHT OF TOTAL AGGREGATE)	b. Batu Pecah 1-2	25														
	c. Pasir	35														
TOTAL AGGREGATE SURFACE AREA (M ² / KG)																





LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

PEMERIKSAAN KADAR AIR AGREGAT KASAR

Material : Batu Pecah 1-2
Sumber : Bili - Bili

Nama : Siswanto
Stambuk : 45 12 041 126

			I	II
Berat benda uji	gram	A	500,1	500,4
Berat benda uji kering oven	gram	B	495,2	495,9
Berat Air	gram	C (A - B)	4,9	4,5
Kadar Air	%	(C/A)*100	0,98	0,90
Kadar Air Rata-rata		%		0,94

BOSOWA

Mengetahui :



Asisten Laboratorium



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

PEMERIKSAAN KADAR AIR AGREGAT KASAR

Material : Batu Pecah 2-3
Sumber : Bili - Bili

Nama : Siswanto
Stambuk : 45 12 041 126

			I	II
Berat benda uji	gram	A	1001,9	1005,1
Berat benda uji kering oven	gram	B	996	997,9
Berat Air	gram	C (A - B)	5,9	7,2
Kadar Air	%	(C/A)*100	0,59	0,72
Kadar Air Rata- rata	%		0,65	

Mengetahui :



Asisten Laboratorium

ARDI, ST



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

PEMERIKSAAN KADAR AIR AGREGAT HALUS

Material : Pasir
Sumber : Bili - Bili

Nama : Siswanto
Stambuk : 45 12 041 126

			I	II
Berat benda uji	gram	A	300	300
Berat benda uji kering oven	gram	B	277,9	276,6
Berat Air	gram	C (A - B)	22,1	23,4
Kadar Air	%	(C/A)*100	7,37	7,80
Kadar Air Rata-rata	%		7,58	

Mengetahui :



Asisten Laboratorium

ARDI, ST



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR AGREGAT KASAR

Material : Batu Pecah 1-2
Tanggal : 27 april 2017
Sumber : Bili - Bili

Name : Siswanto
Stambuk : 45 12 041 126

			I	II
Berat benda uji sebelum dicuci	gram	A	2001,5	2000,4
Berat benda uji setelah dicuci	gram	B	1979,6	1985,9
Berat lumpur	gram	C (A - B)	21,9	14,5
Kadar lumpur	%	(C/A)*100	1,09	0,72
Kadar Lumpur Rata- rata	%			0,91

Mengetahui :



Asisten Laboratorium

ARDI, ST



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR AGREGAT KASAR

Material : Batu Pecah 2 - 3
Tanggal : 27 april 2017
Sumber : Bill - Bill

Nama : Siswanto
Stambuk : 45 12 041 126

			I	II
Berat benda uji sebelum dicuci	gram	A	2001,8	2001,3
Berat benda uji setelah dicuci	gram	B	1989,6	1986,1
Berat lumpur	gram	$C (A - B)$	12,2	15,2
Kadar lumpur	%	$(C/A) \cdot 100$	0,61	0,76
Kadar Lumpur Rata-rata	%		0,68	

UNIVERSITAS
BOSOWA

Mengetahui :



Asisten Laboratorium

ARDI, ST



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR AGREGAT HALUS

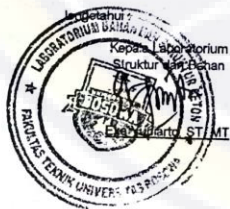
Material : Pasir
Tanggal : 27 april 2017
Sumber : Bili - Bili

Nama : Siswanto
Stambuk : 45 12 041 126

			I	II
Berat benda uji sebelum dicuci	gram	A	1500	1500
Berat benda uji setelah dicuci	gram	B	1472,3	1479,2
Berat lumpur	gram	C (A - B)	27,7	20,8
Kadar lumpur	%	(C/A)*100	1,85	1,39
Kadar Lumpur Rata-rata	%		1,62	

UNIVERSITAS

BOSOWA



Asisten Laboratorium

AROI, ST



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

RANCANG CAMPURAN BETON
(CONCRETE MIX DESIGN)

Material : Rancangan Campuran Beton (Mix Design)

Tanggal : 10 Juni 2017

Data :

Slump	=	7 ± 2	cm
Kuat tekan yang disyar (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)	=	0,54	(Grafik)
Faktor Air Semen Maksimum	=	0,60	(Tabel)
Kadar Air Bebas	=	185	kg/m ³
Kadar Semen Maksimum	=	343	kg/m ³
Kadar Semen Minimum	=	275	(Tabel)
Berat Isi Beton	=	2290	(Grafik)
Berat Agregat Gabungan	=	1762,41	kg/m ³
Berat Agregat Halus	=	616,84	kg/m ³
Berat Agregat Kasar Batu Pecah 1-2	=	440,60	kg/m ³
Berat Agregat Kasar Batu Pecah 2-3	=	704,96	kg/m ³
Berat Jenis Gabungan	=	2,5	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)

$$m = 7 \text{ Mpa}$$

c. Menghitung kuat tekan rata-rata

$$f_c = f_c + M$$

$$f_c = 20 + 7,00 = 27,00 \text{ Mpa}$$

d. Menetapkan jenis semen yang digunakan dalam campuran

Jenis semen = Type I (PCC semen bosowa)

e. Menetapkan jenis agregat halus dan agregat kasar

Agregat halus yang digunakan yaitu = Pasir alam

Agregat kasar yang digunakan yaitu = Batu pecah



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

f. Menetapkan faktor air semen

Besar faktor air semen (fas) diambil dari grafik

- berdasarkan kuat tekan rata-rata = 0,54 (berdasarkan grafik korelasi fas dan f_c)

g. Menetapkan faktor air semen maksimum

Diperoleh dari tabel persyaratan nilai fas maksimum untuk berbagai pembebanan

dilingkungan khusus (Beton diluar ruang bangunan terlindung dari hujan dan terik matahari langsung).

- nilai fas maksimum = 0,60

h. Menetapkan kadar air bebas

Berdasarkan nilai slump 7 ± 2 cm dan ϕ maksimum agregat 40 mm, maka diperoleh :

Kadar air bebas alami (Wf) = 175 kg/m³ beton

Kadar air bebas bt. pecah (Wc) = 205 kg/m³ beton

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

= $(2/3 \times 175) + (1/3 \times 205)$

= 185,0 kg/m³ beton

i. Penetapan kadar semen

Kadar semen Maks = $\frac{\text{Kadar air bebas (Wf)}}{\text{Faktor air semen (fas)}} = \frac{185}{0,54} = 342,59 \text{ kg/m}^3$

Kadar semen minimum = 275 kg/m³ beton (diperoleh dari tabel => jenis konstruksi terlindung dari hujan dan terik matahari langsung)

j. Berat jenis gabungan agregat

Bj. Gabungan = a . Bj. Spesifik SSD pasir + b . Bj. Spesifik SSD b. Pch (2-3) + b . Bj. Spesifik SSD b. Pch (1-2)

Bj. Gabungan = $0,35 \times 2,42 + 0,4 \times 2,70 + 0,25 \times 2,28 = 2,5$

k. Berat volume beton segar

Berdasarkan nilai bj. Gabungan 2.5 dan kadar air bebas 185 kg/m³ (grafik), maka diperoleh :

Berat volume beton segar = 2290 kg/m³

l. Berat total agregat (pasir+batu pecah)

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

Berat total agregat = $2290 - 185 - 342,59 = 1762,41 \text{ kg/m}^3 \text{ beton}$



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

m. Berat masing-masing agregat

Berat pasir	=	35,00%	x	1762,41	=	616,843	kg/m ³ beton
Berat B. Pecah (2-3)	=	40,00%	x	1762,41	=	704,963	kg/m ³ beton
Berat B. Pecah (1-2)	=	25,00%	x	1762,41	=	440,602	kg/m ³ beton
Jumlah					=	1762,41	kg/m ³ beton

n. Hasil mix design SSD karakteristik agregat

Sebelum Koreksi		Sesudah Koreksi (Untuk semen, tidak dikoreksi)	
Air (Wa)	= 185,00 kg/m ³	Air (Wa)	= 188,08 kg/m ³
Semen (Ws)	= 342,59 kg/m ³	Semen (Ws)	= 342,59 kg/m ³
Pasir (B _{SSDp})	= 616,84 kg/m ³	Pasir (B _{SSDp})	= 622,21 kg/m ³
Bp 2-3 (B _{SSok})	= 704,96 kg/m ³	Kerikil (B _{SSok})	= 698,20 kg/m ³
Bp 1-2 (B _{SSok})	= 440,60 kg/m ³	Kerikil (B _{SSok})	= 438,93 kg/m ³
Jumlah	= 2290,00 kg/m ³	Jumlah	= 2290,00 kg/m ³

o. Koreksi campuran beton untuk pelaksanaan

$$\begin{aligned}
 \text{Koreksi Air} &= \text{Jumlah Air} - (\text{Kadar Air Pasir} - \text{Absorpsi Pasir}) \times \frac{(\text{Jumlah Pasir})}{100} \\
 &\quad - (\text{Kadar Air Bp 2-3} - \text{Absorpsi Bp 2-3}) \times \frac{(\text{Jumlah B.P 2-3})}{100} \\
 &\quad - (\text{Kadar Air Bp 1-2} - \text{Absorpsi Bp 1-2}) \times \frac{(\text{Jumlah B.P 1-2})}{100} \\
 &= 185 - (7,58 - 6,71) \times \frac{616,84}{100} - (0,65 - 1,61) \times \frac{704,96}{100} - (0,94 - 1,32) \times \frac{440,60}{100} \\
 &= 188,075 \\
 \text{Koreksi Pasir} &= \text{Jumlah Pasir} + (\text{Kadar Air Pasir} - \text{Absorpsi Pasir}) \times \frac{(\text{Jumlah Pasir})}{100} \\
 &= 616,84 + (7,58 - 6,71) \times \frac{616,84}{100} = 622,21 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Koreksi Bp 1-2} &= \text{Jumlah Kerikil} + (\text{Kadar Air Kerikil} - \text{Absorpsi Kerikil}) \times \frac{(\text{Jumlah Batu Pecah 1-2})}{100} \\
 &= 440,60 + (0,94 - 1,32) \times \frac{440,60}{100} = 438,93 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Koreksi Bp 2-3} &= \text{Jumlah Kerikil} + (\text{Kadar Air Kerikil} - \text{Absorpsi Kerikil}) \times \frac{(\text{Jumlah Batu Pecah 2-3})}{100} \\
 &= 704,96 + (0,65 - 1,61) \times \frac{704,96}{100} = 698,2 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Perencanaan mix design adalah sebagai berikut :

BAHAN BETON	BERAT/M ³ BETON (kg)	VOLUME BENDA UJI	BERAT LTK 1 SAMPEL (kg)	BERAT LTK 20 SAMPEL (kg)
Air	188,08	0,0064	1,20	23,92
Semen	342,59	0,0064	2,18	43,57
Pasir	622,21	0,0064	3,96	79,13
B.P 2-3	698,20	0,0064	4,44	88,79
B.P 1-2	438,93	0,0064	2,79	55,82

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

**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 (Silinder)

20 Mpa

Tanggal Tes : 13 -14 Oktober 2017

Di Uji : Siswanto
Slambuk : 45 12 041 126

No Benda Uji	Tanggal Pembuatan	Perbandingan Campuran	Slump (mm)	Berat (Kg)	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (Cm)	Berat Isi (kg/m ³)	Umur (Hari)	Beban Maksimum (kN)	Kekuatan Tekan (MPa)	Syarat Benda Uji (28 hari)	Lokasi	Ket.
I	13-Jun-17	2.183.962.794.44	95	12,55	150	300	17662,50	2388,29	28	440	24,91		UNIBOS	
II	13-Jun-17	2.183.962.794.44	95	12,37	150	300	17662,50	2334,70	28	420	23,78		UNIBOS	
III	13-Jun-17	2.183.962.794.44	95	12,27	150	300	17662,50	2315,64	28	420	23,78		UNIBOS	
IV	13-Jun-17	2.183.962.794.44	95	12,22	150	300	17662,50	2305,26	28	370	20,95		UNIBOS	
V	13-Jun-17	2.183.962.794.44	95	12,25	150	300	17662,50	2310,92	28	420	23,78		UNIBOS	
VI	13-Jun-17	2.183.962.794.44	8	12,19	150	300	17662,50	2300,17	28	395	22,36		UNIBOS	
VII	13-Jun-17	2.183.962.794.44	8	12,15	150	300	17662,50	2292,99	28	375	21,23		UNIBOS	
VIII	13-Jun-17	2.183.962.794.44	8	12,21	150	300	17662,50	2304,32	28	400	22,65		UNIBOS	
IX	13-Jun-17	2.183.962.794.44	8	12,31	150	300	17662,50	2323,94	28	390	22,08		UNIBOS	
X	13-Jun-17	2.183.962.794.44	8	12,10	150	300	17662,50	2283,56	28	420	23,78	20 Mpa	UNIBOS	
XI	13-Jun-17	2.183.962.794.44	8	12,22	150	300	17662,50	2305,68	28	390	22,08		UNIBOS	
XII	13-Jun-17	2.183.962.794.44	85	12,31	150	300	17662,50	2323,84	28	395	22,36		UNIBOS	
XIII	13-Jun-17	2.183.962.794.44	85	12,19	150	300	17662,50	2300,17	28	395	22,36		UNIBOS	
XIV	13-Jun-17	2.183.962.794.44	85	12,33	150	300	17662,50	2326,59	28	390	22,08		UNIBOS	
XV	13-Jun-17	2.183.962.794.44	85	12,24	150	300	17662,50	2310,36	28	380	21,51		UNIBOS	
XVI	14-Jun-17	2.183.962.794.44	80	12,29	150	300	17662,50	2318,47	28	385	21,80		UNIBOS	
XVII	14-Jun-17	2.183.962.794.44	80	12,28	150	300	17662,50	2317,63	28	370	20,95		UNIBOS	
XVIII	14-Jun-17	2.183.962.794.44	80	12,18	150	300	17662,50	2298,47	28	400	22,65		UNIBOS	
XIX	14-Jun-17	2.183.962.794.44	80	12,33	150	300	17662,50	2326,40	28	380	21,51		UNIBOS	
XX	14-Jun-17	2.183.962.794.44	80	12,35	150	300	17662,50	2330,74	28	420	23,78		UNIBOS	
Rata-rata =											22,51			

$$f_{ck} = f_{cm} - k \times S$$

$$f_{cm} = \frac{\sum_{i=1}^n f_{ci} - f_{min}}{n-1}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{ci} - f_{cm})^2}{n-1}}$$

$$f_{ck} = 22,51 - 1,645 (1,1155 \times 1,08) = 20,52359 \text{ Mpa} > 20 \text{ Mpa}$$

$$S = 1,24424 = 1,1155$$

$$k = 20,52359 \text{ Mpa} > 20 \text{ Mpa}$$

$$f_{cm} = 22,51$$

$$f_{ci} = 1,645$$

$$f_{ck} = 1,645$$

Ket: f_{ck} = kuat tekan karakteristik beton

f_{cm} = kuat tekan rata-rata beton

k = 1,645 untuk tingkat kepercayaan 95%

n = jumlah pengujian

S = standar deviasi

f_{ci} = nilai hasil uji

Mengetahui :

Kepala Laboratorium
Bahan





LABORATORIUM TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR
 Jln. Urip Sumoharjo Km. 6 - Telp. (0411) 452901 - 342789fax.(0411)424568.
 website: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsjipil@yahoo.com

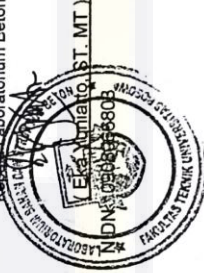
HASIL KUAT TEKAN BETON VARIASI (SILINDER)

TANGGAL : 21 AGUSTUS 2017
 NAMA : SISWANTO
 STAMBUK : 45 12 041 126

NO BENDA UJI	TANGGAL PEMBUATAN	SLUMP (Cm)	BERAT (Kg)	DIAMETER (Cm)	LUAS PENAMPANG (cm)	UMUR (HARI)	BEBAN MAKSIMUM (KN)	KEKUATAN TEKAN (Mpa)	SYARAT BENDA UJI	LOKASI	KET RATA-RATA (Mpa)
PBA 50 A	21-Agust	7	11,840	15	176,63	28	150	8,49	UNIBOS	UNIBOS	7,99
PBA 50 C	21-Agust	7	11,836	15	176,63	28	140	7,92			
PBA 50 B	21-Agust	7	11,900	15	176,63	28	133,8	7,57			
CBA 50 A	21-Agust	9	11,768	15	176,63	28	85,3	4,83	UNIBOS	UNIBOS	4,66
CBA 50 B	21-Agust	9	11,692	15	176,63	28	86,1	4,87			
CBA 50 C	21-Agust	9	11,663	15	176,63	28	75,9	4,29			
PBA 75 A	21-Agust	8	12,020	15	176,63	28	389,5	22,04	20 Mpa	UNIBOS	18,87
PBA 75 B	21-Agust	8	12,175	15	176,63	28	293,3	16,60			
PBA 75 C	21-Agust	8	12,320	15	176,63	28	317,3	17,96			
CBA 75 A	21-Agust	9	12,177	15	176,63	28	315,7	17,87	UNIBOS	UNIBOS	17,57
CBA 75 B	21-Agust	9	12,120	15	176,63	28	331,7	18,77			
CBA 75 C	21-Agust	9	12,100	15	176,63	28	284,2	16,08			

Mengetahui :

Ket. Laboratorium Beton



DOKUMENTASI



Penimbangan Sampel Untuk Analisa Saringan



Pengujian Berat Jenis Agregat Halus



Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar



Penimbangan Sebelum oven



Penimbangan Agregat Sebelum Pencampuran



Proses Pencampuran Menggunakan Mixer



Pengukuran Nilai Slum



Sampel Setelah Dipadatkan



Sampel Sebelum Pengujian Kuat Tekan



Pengujian Kuat Tekan Beton