

PERBANDINGAN MUTU BETON MEMAKAI CAMPURAN AGREGAT BATU LIMBAH BANGUNAN DENGAN AGREGAT BATU KALI (PENELITIAN)

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan

Ujian Sarjana

Oleh :

USWATUN HASANAH

(07.811.0014)



FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2011

PERBANDINGAN MUTU BETON K.175 MEMAKAI CAMPURAN
AGREGAT BATU LIMBAH BANGUNAN
DENGAN AGREGAT BATU KALI
(PENELITIAN)

TUGAS AKHIR

Oleh

USWATUN HASANAH

07.811.0014

Disetujui

Pembimbing I

Pembimbing II

(Ir. H. Zainal Arifin, MSc)

(Ir. H. Subur Panjaitan, MT)

Mengetahui

Dekan

Ka. Program Studi



(Ir. H. Haniza, MT)

Dr. Farid Tanjung, S.ST, MT



(Ir. Kamaluddin Lubis, MT)

LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan plagiat dalam skripsi ini.

Medan, September 2011



USWATUN HASANAH

07. 811.0014

ABSTRAK

Pada kesehariannya sering kali ditemukan banyaknya limbah bekas bangunan yang sangat mengganggu. Pada dasarnya limbah bangunan yang berupa pecahan-pecahan beton dari suatu bangunan masih dapat digunakan sebagai pengganti sebagian dari agregat kasar pada beton.

Agregat limbah bangunan (beton bekas) sebagai agregat kasar, selain agregat tersebut memiliki sifat-sifat teknis, murah, mudah didapat, dan sebagai upaya untuk memanfaatkan limbah bangunan. Oleh karena itu campuran beton dengan agregat dari agregat limbah bangunan (beton bekas) ini diharapkan dapat memenuhi kriteria campuran beton sesuai dengan persyaratan teknis. Maka permasalahan dari penelitian ini adalah, berapa besar kuat tekan maksimum yang dapat dicapai oleh campuran beton agregat limbah bangunan (beton bekas) tersebut.

Dari hasil pengujian kuat tekan beton dengan menggunakan tambahan agregat limbah bangunan (beton bekas) sebesar 15% dengan umur 28 hari, maka didapat kuat tekan sebesar 152,35 kg/cm², atau sama dengan mutu K-152 sedangkan mutu yang direncanakan K-175.

Dalam penggunaan limbah bangunan (beton bekas) sebagai campuran beton yang akan dipergunakan sebagai bahan bangunan di lapangan, dapat disesuaikan dengan kebutuhan perencanaan sehingga mencapai kuat tekan yang memenuhi kriteria teknis yang diinginkan.

Kata kunci : agregat limbah bangunan (beton bekas)

ABSTRACT

In daily life often found many old buildings that waste is very disturbing. Basically the building waste in the form of concrete fragments of a building can still be used as a partial replacement of coarse aggregate in concrete.

Aggregate construction waste (concrete ex) as coarse aggregate, in addition to aggregate has technical properties, cheap, easily obtainable, and as an attempt to take advantage of building waste. Therefore the mixture of aggregate concrete with aggregate construction waste (concrete used) is expected to meet the criteria for the concrete mixture in accordance with technical requirements. Then the problem of this research is, large barapa maximum compressive strength can be achieved by a mixture of aggregate concrete building waste (concrete ex) is.

From the results of compressive strength testing of concrete by using an additional aggregate of building waste (concrete used) by 15% by age 28 days, the compressive strength obtained at 152.35 kg/cm², or equal to the quality of K-152 while the quality of K-175 planned .

In the use of building waste (concrete used) as a mixture of concrete to be used as building material in the field, can be tailored to the needs of planning so as to achieve compressive strength that meets the desired technical criteria.

Key words: waste aggregate building (concrete used)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis sampaikan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Shalawat serta salam kepada pemilik pribadi mulia Rasulullah Muhammad SAW beserta keluarga dan sahabatnya, yang membawa kita dari zaman jahiliyah kepada zaman yang penuh dengan ilmu pengetahuan.

Penyusunan Tugas Akhir ini dengan judul “Perbandingan Mutu Beton K.175 Memakai Campuran Agregat Batu Limbah Bangunan Dengan Agregat Batu Kali (Di Laboratorium)” ini disusun guna melengkapi syarat untuk menyelesaikan jenjang pendidikan Program Strata satu (S-1) di Universitas Medan Area.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis banyak memperoleh bantuan dan saran dari berbagai pihak, maka dalam kesempatan ini penulis ingin sampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. M Yakub Matondang MA selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Ibu Ir. Hj. Haniza MT, selaku Dekan Fakultas Teknik.
3. Ibu Sherly Maulana ST, selaku Pembantu Dekan Fakultas Teknik.
4. Bapak Ir. Kamaluddin Lubis MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil.
5. Bapak Ir. H. Edy Hermanto MT, selaku Dosen Wali Teknik Sipil.
6. Bapak Ir. H. Zainal Arifin MSc, selaku Dosen Pembimbing I.
7. Bapak Ir. H. Subur Panjaitan MT, selaku Dosen Pembimbing II.

8. Seluruh Dosen dan Pegawai Universitas Medan Area khususnya Jurusan teknik Sipil yang telah mendidik dan membina penulis sejak awal hingga akhir perkuliahan.
9. Bapak dan seluruh Pegawai Staff Laboratorium Universitas Medan Area yang telah memberikan bimbingan kepada penulis.
10. Terimakasih yang teristimewa, penulis ucapkan kepada kedua orangtua tercinta umi dan buya, yang telah mengasuh, mendidik, dan membesarkan serta selalu memberikan dukungan baik moral, material, maupun do'a yang tak henti-hentinya mereka mohonkan kepada Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini,.
11. Terimakasih juga penulis ucapkan kepada rekan-rekan mahasiswa dan teman-teman yaitu Bang Dedi, Bang Ali, Ronal, Budi, Uma, Fandi, Rini, Ricky, Velli, Andre dan Donal yang memberikan dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini kemungkinan belum sempurna, untuk itu penulis dengan tulus dan terbuka menerima kritikan dan saran yang bersifat membangun demi penyempurnaan Tugas Akhir ini.

Akhir kata, sekali lagi penulis sampaikan terimakasih kepada pihak yang telah banyak membantu dan semoga atas bimbingan serta bantuan moral dan material yang penulis terima mendapat imbalan dari Allah SWT.

Medan, September 2011
Penulis,

USWATUN HASANAH
07.811.0014

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	(i)
ABSTRAK.....	(iv)
DAFTAR ISI.....	(vi)
DAFTAR TABEL.....	(x)
DAFTAR GRAFIK.....	(xii)

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Pembatasan Masalah	2
1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Metodologi	3
1.6 Kerangka Berfikir.....	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton.....	5
2.2 Semen.....	6
2.2.1 Semen Portland.....	6
2.2.2 Type Semen Portland.....	7
2.2.3 Sifat-sifat Fisik Semen Portland.....	9
2.3 Agregat Halus.....	9

2.3.1 Jenis-jenis Agregat Halus.....	9
2.3.2 Persyaratan umum agregat halus.....	10
2.4 Agregat Kasar.....	11
2.5 Agregat limbah bangunan (beton bekas).....	13
2.6 Air.....	13

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pengujian Di Laboratorium.....	15
3.1.1 Analisa Ayak Pasir.....	15
3.1.2 Agerat Halus.....	16
3.1.3 Analisa Ayak Kerikil.....	17
3.1.4 Berat Jenis dan Daya Serap Air Agregat Halus.....	18
3.2 Berat Jenis dan Daya Serap Air Agregat Kasar.....	20
3.3 Pemeriksaaan Kadar Lumpur Pasir.....	22
3.4 Pemeriksaan Kadar Organik Pasir.....	23
3.5 Perhitungan Proporsi Campuran Mix Design.....	24
3.6 Kuat Tekan Beton yang Direncanakan.....	26
3.7 Menentukan Nilai Standar Deviasi.....	26
3.8 Menentuka Nilai Tambah/ Margin.....	27
3.9 Menentukan Kuat Tekan Rata-rata yang Hendak Dicapai.....	27
3.10 Menentukan Jenis Semen yang Digunakan.....	28
3.11 Menentukan Jenis Agregat Kasar dan Halus.....	28
3.12 Menentukan Faktor Air Semen.....	28
3.13 Slump.....	32

3.14 Kadar Air Bebas.....	32
3.15 Menentukan Kadar Semen.....	34

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Pemeriksaan Pasir.....	40
4.1.1 Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus.....	40
4.1.2 Berat Jenis Dan Daya Serap Pasir.....	40
4.1.3 Kadar Lumpur Pasir.....	41
4.1.4 Kadar Air Pasir.....	42
4.1.5 Kandungan Organik Pasir.....	42
4.2 Data Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar.....	43
4.2.1 Analisa ayak kerikil.....	43
4.2.2 Berat Jenis Dan Daya Serap Pasir.....	43
4.2.3 Kadar Lumpur Kerikil.....	44
4.2.4 Kadar Air Kerikil.....	44
4.3 Mix Design Beton Dengan Penambahan Batu Bekas 0%.....	46
4.4 Mix Design Beton Dengan Penambahan Agregat Limbah Bangunan (Beton Bekas) 15%.....	48
4.5 Proporsi Penambahan Agregat Limbah Bangunan (Beton bekas) Terhadap Campuran Beton.....	52
4.5.1 Data hasil pengujian.....	52
4.5.2 Pembahasan.....	53

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	54
---------------------	----

5.2	Saran.....	55
-----	------------	----

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Batas-Batas Gradasi Agregat Halus.....	11
Tabel 2.2 Batas-Batas Gradasi Agregat Kasar.....	12
Tabel 3.1 Gradasi Agregat Halus.....	16
Tabel 3.2 Mutu Pelaksanaan Diukur Dengan Standar Deviasi.....	26
Tabel 3.3 Perkiraan Kuat Tekan Beton Terhadap Faktor Air Semen 0,5 Menurut Bentuk Benda Uji.....	31
Tabel 3.4 Nilai Slump Menurut Fungsi Beton.....	32
Tabel 3.4. Perkiraan Kadar Air Bebas (kg/m^3) yang Dibutuhkan untuk Beberapa Tingkat Kemudahan Pekerjaan Adukan.....	33
Tabel 3.6 Persyaratan Gradasi Pasir.....	34
Tabel 3.7 Persyaratan Gradasi Kerikil.....	37
Tabel 3.8 Persyaratan Gradasi Agregat Gabungan.....	37
Tabel 3.9 Kekuatan Tekan Untuk $W/C = 0,5$	38
Tabel 4.1 Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus.....	40
Tabel 4.2 Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus.....	40
Tabel 4.3 Perhitungan Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus.....	41
Tabel 4.4 Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus.....	41
Tabel 4.5 Pemeriksaan Kadar air agregat halus (Pemeriksaan I).....	42
Tabel 4.6 Pemeriksaan Kandungan Organik Agregat Halus.....	42
Tabel 4.7 Pemerksaan Analisa Saringan Agregat Kasar.....	43
Tabel 4.8 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar.....	43
Tabel 4.9 Perhitungan Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar.....	44
Tabel 4.10 Pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar.....	44

Tabel 4.11 Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar (Pemeriksaan I)....	44
Tabel 4.12 Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar (Pemeriksaan II)...	45
Tabel 4.13 Mix Design Beton Dengan Penambahan Batu Bekas 0%.....	46
Tabel 4.14 Kebutuhan Bahan Sebelum Koreksi Kadar Air.....	47
Tabel.4.15 Koreksi Kadar Air.....	47
Tabel.4.16 Kebutuhan Bahan Setelah Koreksi Kadar Air.....	47
Tabel 4.17 Mix Design Beton Dengan Penambahan Agregat Limbah	
Bangunan (Beton Bekas) 15%.....	48
Tabel.4.18 Kebutuhan Bahan Sebelum Koreksi Kadar Air.....	49
Tabel.4.19 Koreksi Kadar Air.....	49
Tabel.4.20 Kebutuhan Bahan Setelah Koreksi Kadar Air.....	49
Tabel.4.21 Kuat Tekan Beton Normal.....	50
Tabel.4.22 Kuat Tekan Beton Dengan Penambahan Agregat Limbah	
Bangunan (Beton bekas) 15%.....	51
Tabel.4.23 Data Slump Beton.....	52
Tabel.4.24 Hasil Pemeriksaan Slump.....	53
Tabel.4.25 Perbandingan Berat Bahan Beton Memakai Agregat	
Limbah Bangunan Dengan Batu Kali.....	53

DAFTAR GRAFIK

Grafik 3.1. Hubungan antara Kuat Tekan dan Factor Air Semen.....	30
Grafik 3.2 Batas Gradasi I.....	35
Grafik 3.3 Batas Gradasi II.....	35
Grafik 3.4 Batas Gradasi III.....	36
Grafik 3.5 Batas Gradasi IV.....	36



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton bukanlah suatu bahan dapat langsung diperoleh dari alam sebagai mana material lainnya, akan tetapi terbentuk atas dasar pengolahan dari beberapa material alami atau buatan sehingga membentuk suatu massa yang kompak dan kokoh. Beton suatu campuran yang bahan dasarnya terdiri atas agregat, semen dan air. Kekuatannya sangat dipengaruhi faktor-faktor komposisi campuran, mutu bahan dasar, kondisi temperatur tempat beton mengeras dan cara membuatnya atau pelaksanaannya. Dalam hal-hal tertentu campurannya diberi bahan tambahan (additive) sesuai dengan tujuan yang diinginkan.

Dalam keadaan yang telah mengeras beton memiliki kekuatan tekan yang tinggi dan sebaliknya memiliki kekuatan tarik yang rendah. Dalam perencanaan untuk perhitungan kekuatan konstruksinya perlu ditetapkan kekuatan tekan dari beton yang akan digunakan. Kekuatan tekan ini ditentukan beberapa faktor antara lain :

1. Perbandingan antara semen, agregat halus, agregat kasar dalam campuran beton.
2. Faktor air semen.
3. Mutu dan kebersihan bahan-bahan yang digunakan dalam campuran beton.

Analisa dan evaluasi hasil dari beton yang memakai agregat batu kali dan agregat batu limbah bangunan terhadap kekuatan tekan rata-rata dan kekuatan

karakteristik beton yang dihasilkannya, sehingga dapat memperoleh perbandingan dari penggunaan kedua agregat tersebut.

1.2 Perumusan Masalah

Pemakaian agregat limbah bangunan (beton bekas) sebagai agregat kasar, selain agregat tersebut memiliki sifat-sifat teknis, murah, mudah didapat, dan sebagai upaya untuk memanfaatkan limbah bangunan. Oleh karena itu campuran beton dengan agregat dari agregat limbah bangunan (beton bekas) ini diharapkan dapat memenuhi kriteria campuran beton sesuai dengan persyaratan teknis. Maka permasalahan dari penelitian ini adalah, berapa besar kuat tekan maksimum yang dapat dicapai oleh campuran beton agregat limbah bangunan (beton bekas) tersebut.

1.3 Pembatasan Masalah

Pada mutu beton lainnya campuran beton yang dipilih harus yang sedemikian rupa sehingga menghasilkan kekuatan tekan karakteristik f_{ck} yang diisyaratkan untuk mutu beton yang bersangkutan yang dimaksud dengan kekuatan tekan mutu karakteristik ialah kekuatan tekan dimana dari sejumlah besar hasil-hasil pemeriksaan benda uji, kemungkinan adanya kekuatan tekan yang kurang dari itu terbatas sampai 5 % saja dan hal ini diuraikan lebih lanjut dalam pasal 4.5 PBI'71.

Sesuai dengan ketentuan PBI'71 pasal 4.1 ayat (1), (2), (3), (4), maka penelitian mutu beton K-175 yang menggunakan campuran agregat batu limbah bangunan harus memenuhi persyaratan diatas, bila beton ini akan dipergunakan sebagai kontruksi dilapangan.

1.4 Maksud dan Tujuan

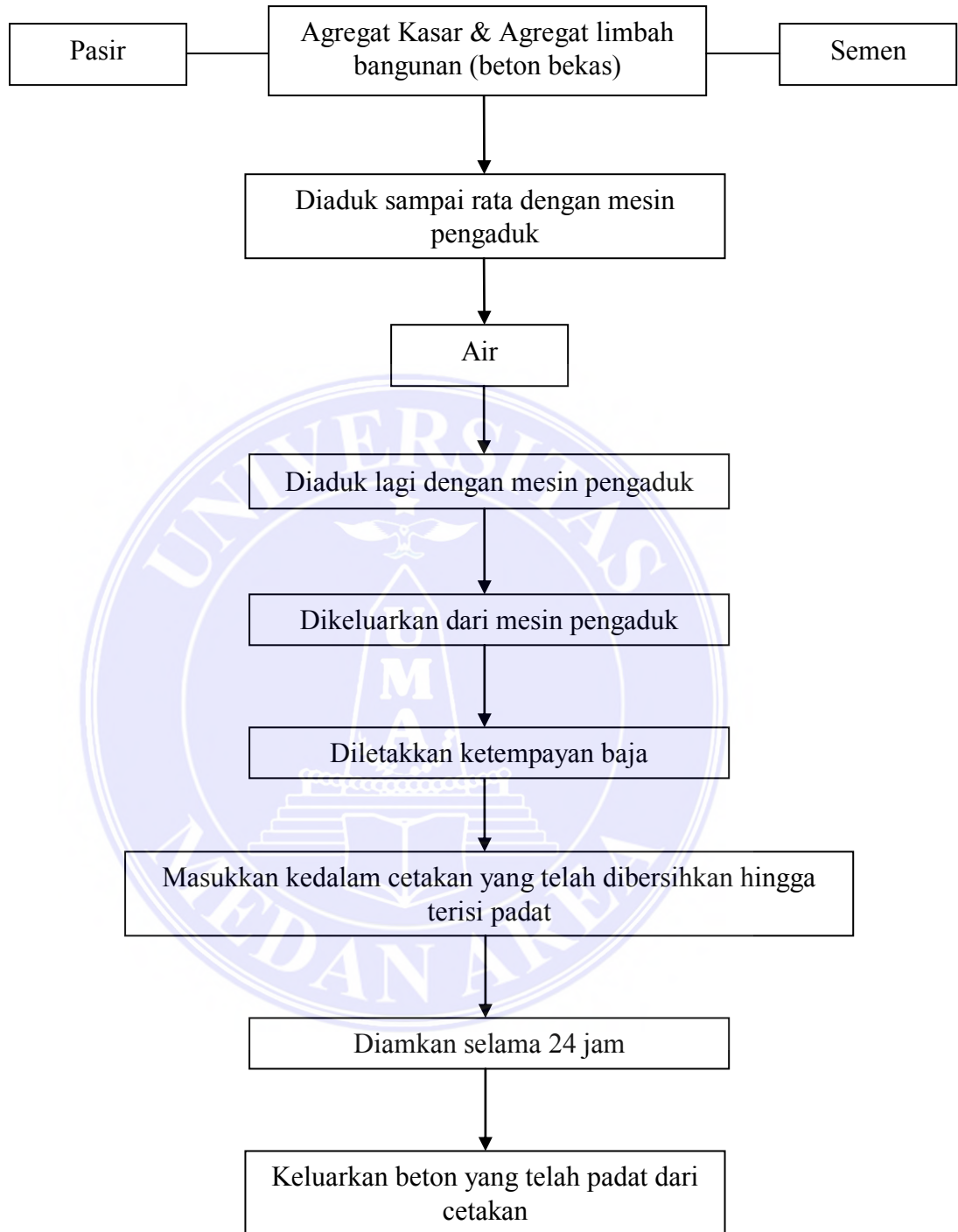
Adapun maksud melakukan penelitian ini, untuk memanfaatkan agregat batu limbah bangunan (beton bekas) sebagai pengganti agregat kasar (batu kali).

Adapun tujuannya untuk mengetahui kuat tekan dari pemanfaatan agregat batu limbah bangunan (beton bekas) sebagai pengganti agregat batu kali pada suatu beton terhadap beton normal (K-175).

1.5 Metodologi

Penelitian tugas akhir ini dilaksanakan dilaboratorium Teknik Sipil Universitas Medan Area dan uji tekan di PT Jaya Kraton Medan, dengan menggunakan beberapa benda uji sehingga dapat diperoleh data yang ril. Untuk pembahasan secara teoritis, selain menggunakan data-data yang diperoleh dari laboratorium, tugas akhir ini menggunakan literatur-literatur, tulisan-tulisan, bahan-bahan kuliah dan sumber yang lainnya.

1.6 Kerangka Berfikir



Gambar 1.1 : Diagram alir pembuatan beton

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Beton adalah bahan yang diperoleh dengan cara mencampurkan agregat (pasir dan kerikil), air dan semen atau bahan perekat hidrolis lainnya yang sejenis dengan atau tanpa bahan tambahan. Pengertian lain tentang beton adalah campuran antara semen Portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan yang membentuk massa padat.

Beton yang dikenal sekarang ini sifatnya dapat di tentukan lebih dahulu dengan mengadakan perencanaan dan pengawasan yang lebih teliti terhadap bahan-bahan yang dipilih. Sifat-sifat yang dibutuhkan beton pada bangunan umumnya tahan terhadap cuaca dan kekuatannya memenuhi karakteristik perencanaan yang dipakai sebagai bahan dasar perhitungan. Dan sifat- sifat yang paling penting dari suatu agregat ialah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan yang mempengaruhi ikatannya dengan pasta semen.

Pada umumnya beton terdiri dari kurang lebih 15% semen, 10% air, 3% udara, selebihnya pasir dan kerikil. Campuran tersebut setelah mengeras mempunyai sifat yang berbeda-beda, tergantung pada cara pembuatannya, harus disesuaikan dengan kebutuhan, sehingga konstruksi lebih ekonomis. Untuk menjamin agar beton yang dihasilkan memenuhi persyaratan yang diminta, dianjurkan agar pertama-tama menguji terlebih dahulu agregat yang akan

digunakan, kemudian membuat uji coba beton atau campuran uji beton setelah rancangan campuran (*mix design*) dilakukan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi mutu beton adalah:

1. Mutu bahan batuan
2. Jenis/mutu semen
3. Faktor air semen
4. Gradasi/ susunan butir bahan batuan.
5. Pelaksanaan pembuatan beton\
6. Curing (pematangan) beton, yaitu perawatan beton untuk dapat mencapai kekuatan yang diinginkan.

2.2 Semen

Semen adalah bahan perekat hidrolis, yang berarti bahwa senyawa-senyawa yang terkandung dalam semen dapat bereaksi dengan air dan membentuk zat baru yang bersifat sebagai perekat terhadap batuan dan zat baru yang terbentuk tersebut tidak dapat larut dalam air. Semen merupakan suatu hasil industri yang dapat menjadi sangat kompleks dengan campuran serta susunan yang berbeda-beda. Ada beberapa jenis bahan perekat hidrolis, seperti; semen Portland, semen blended, semen high alumina dan sebagainya. Selain itu bahan perekat hidrolis, dikenal juga bahan perekat non hidrolis, seperti kapur. Tetapi penulis menggunakan semen Portland pada penelitian ini.

2.2.1 Semen Portland

Semen Portland adalah material halus yang terdiri dari bahan-bahan campuran utama seperti kapur, silika, alumina, besi, dan gypsum. semen Portland pertama kalinya diproduksi pada tahun 1824 oleh Joseph Aspdin, dengan memanaskan suatu campuran tanah liat yang dihaluskan dengan batu kapur dalam

suatu dapur sehingga mencapai suatu suhu yang cukup tinggi untuk menghilangkan gas asam karbon. Sebelum tahun 1845, Isaac Johnson membakar bahan yang sama dalam suhu dapur atau pembakaran kapur sampai melebur dan mengeras kembali, sehingga dihasilkan sejenis semen yang sangat cocok dengan sifat kimia bahan pokok semen Portland seperti biasa digunakan saat ini.

Dalam pembuatan semen Portland ada dua cara produksi yang dilakukan, yaitu proses kering dan proses basah. Pada proses kering bahan-bahan dihancurkan, dikeringkan dan kemudian dimasukkan kedalam gilingan yang diperlengkapi bola penggiling yang akan menjadikannya sebagai serbuk untuk dibakar dalam kondisi kering. Pada proses basah, pertama-tama bahan-bahan dihancurkan kemudian digiling dalam gilingan pencuci sampai bentuknya seperti bubur. Bahan yang berbentuk bubur ini selanjutnya masuk kedalam tangki. Pengujian dan koreksi bubur bahan dilakukan terhadap komposisi kimia dengan mengubah kandungan kapur dan kandungan tanah liat. Selanjutnya dipompa kedalam dapur pembakaran. Setelah proses pembakaran dan pendinginan bubur bahan maka akan dihasilkan semen yang telah membeku, semen yang telah membeku ini kemudian digiling hingga mencapai kehalusan yang diinginkan.

2.2.2 Type Semen Portland

Semen portland mempunyai beberapa type yang beredar di pasaran diantaranya :

Type I

Semen yang di gunakan untuk pembuatan konstruksi bangunan secara umum (tidak memerlukan persyaratan khusus).

Type II

Semen Portland yang mempunyai ketahanan sedang terhadap garam – garam sulfat di dalam air, untuk semen disyaratkan kadar C_3A tidak lebih dari 8%. Semen ini digunakan untuk konstruksi bangunan atau beton yang berhubungan terus menerus dengan air kotor atau air tanah.

Type III

Semen Portland yang mempunyai sifat bisa mengeras cepat atau mempunyai kekuatan awal tinggi pada umur muda. Semen ini kadar C_3S dan C_3A tinggi dan butirannya halus (semen digiling halus sekali.). Semen ini digunakan untuk pekerjaan konstruksi bangunan atau beton yang mempunyai suhu lingkungan rendah terutama di Negara – Negara beriklim dingin.

Type IV

Semen Portland yang mempunyai panas hidrasi rendah rendah, semen jenis ini pengerasnya dan perkembangan kekuatannya rendah. Kadar C_3S dibatasi maksimum 35% dan kadar C_3A maksimum 7%. Semen ini digunakan untuk pembuatan konstruksi beton yang berdimensi besar dan bentuknya gemuk (tebal lebih dari 2 meter), misalnya untuk pembuatan bendungan, pondasi jembatan yang tebal dan pondasi landasan mesin yang berukuran besar.

Type V

Semen Portland tahan sulfat artinya tahan terhadap larutan garam sulfat di dalam air. Untuk semen ini kadar C_3A maksimum 5 %, digunakan untuk konstruksi bangunan yang berhubungan dengan air laut, air limbah industry atau uap kimia yang agresif dan untuk bahan bangunan yang selalu berhubungan dengan air tanah yang mengandung garam-garam sulfat konsentrasi tinggi.

2.2.3 Sifat-sifat Fisik Semen Portland

Semen mempunyai sifat-sifat yang mempengaruhi karakteristik dari semen, yaitu :

1. Berat jenis
2. Kehalusan
3. Waktu pengikatan
4. Kekekalan
5. Kekuatan aduk
6. Panas hidrasi
7. Pemuaian karena sulfat

2.3 Agregat Halus

Agregat halus adalah butiran mineral yang dapat melalui ayakan 4,8 mm, dapat berupa pasir alam sebagai hasil desintegrasi alami batu-batuan atau berupa pasir batuan yang dihasilkan alat pemecah batu (stone crusher). Pasir alam dapat dijumpai sebagai gundukan-gundukan disepanjang sungai, sering disebut sebagai pasir sungai dan memiliki bentuk butiran bulat. Disamping itu pasir alam juga dapat berupa bahan galian dari gunung, disebut sebagai pasir gunung dan memiliki butiran yang tajam.

2.3.1 Jenis-jenis Agregat Halus

Agregat halus dapat digolongkan menjadi tiga jenis:

1. Pasir galian

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

jenis ini diperoleh dengan cara menggali maka pasir ini sering bercampur bersama kotoran/ tanah, sehingga sering harus dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan.

2. Pasir sungai

Pasir sungai diperoleh langsung dari sungai. Pasir sungai pada umumnya berbutir halus dan berbentuk bulat, karena akibat gesekan yang terjadi. Karena butirannya halus, maka baik untuk plasteran tembok. Namun karena bentuk yang bulat itu, daya lekat antara butir menjadi agak kurang baik.

3. Pasir laut

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

2.3.2 Persyaratan Umum Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan untuk pembuatan beton harus memiliki susunan butiran yang beraneka ragam sesuai dengan batas-batas gradasi agregat halus yang baik. Hal ini akan memperkecil ruang-ruang kosong dan menghasilkan beton yang padat.

Standart gradasi agregat halus sesuai dengan PBI 1971 tertera pada tabel

2.1 dibawah ini :

Tabel 2.1 Batas-batas gradasi agregat halus	
Lubang ayakan (mm)	Persen tembus komulatif (%)
9,5	100
4,75	95 - 100
2,36	80 -100
1,18	50 - 85
0,60	25 -60
0,30	10 - 31
0,15	2 – 10

Sumber : PBI 1971

Selain batas-batas gradasi diatas, agregat halus juga memenuhi beberapa persyaratan lain, yaitu:

1. Agregat halus tidak dibenarkan mengandung lumpur, diartikan sebagai bagian yang dapat melalui ayakan 0,063 mm, lebih dari 5% (ditentukan terhadap berat kering).
2. Agregat halus tidak dibenarkan mengandung bahan-bahan organik terlalu banyak, dibuktikan dengan percobaan warna Abrams Harde.
3. Pada dua ayakan yang berurutan, butiran yang tertahan tidak dibenarkan lebih dari 45% jumlah keseluruhan serta modulus kehalusan $\geq 2,3$ dan $\leq 3,2$
4. Agregat halus untuk beton yang senantiasa basah, lembab atau mengalami kontak langsung dengan tanah basah tidak dibenarkan mengandung bahan yang bereaksi dengan alkali yang terkandung dalam semen.
5. Kehilangan berat setelah 5 kali siklus perendaman pada pengujian keawetan tidak boleh lebih dari 10% jika digunakan sodium sulfat dan tidak boleh lebih dari 15% jika digunakan magnesium sulfat.

2.4 Agregat Kasar

Agregat kasar untuk pembuatan beton harus memiliki susunan butiran yang beraneka ragam ukurannya. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi ruang-

ruang kosong diantara agregat tersebut, sehingga akan mengurangi penggunaan semen atau tercapainya penggunaan semen yang minimal.

Standart batas-batas gradasi agregat kasar sesuai dengan PBI 1971 tertera pada tabel 2.2 dibawah ini :

Tabel 2.2 Batas-batas gradasi agregat kasar

Lubang ayakan (mm)	Persen tembus komulatif (%)
75	100
37,5	95 – 100
19	80 – 100
9,5	25 – 70
4,75	0 – 15
2,36	0
1,18	0
0,06	0

Sumber : PBI 1971

Selain memenuhi persyaratan gradasi diatas, agregat kasar sebagai bahan pembentuk beton harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

1. Agregat kasar harus terdiri dari butiran yang keras dan tidak berpori, tidak hancur oleh pengaruh terik matahari dan hujan. Agregat kasar yang mengandung butiran pipih dapat dipakai apabila jumlah butiran pipih tersebut tidak melebihi 20% dari berat agregat kasar keseluruhan.
2. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur, diartikan sebagai bagian-bagian yang dapat melewati ayakan 0,063 mm, lebih dari 1% (ditentukan terhadap berat kering).
3. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang merusak beton, seperti zat-zat reaktif alkali.

4. Kekerasan butiran agregat kasar, diperiksa dengan bejana penguji Rudeloff harus memenuhi persyaratan berikut:
 - tidak terjadi pembubukan lebih dari 24% pada fraksi 9,5 mm – 19,0 mm.
 - tidak terjadi pembubukan lebih dari 22% pada fraksi 19,0 mm – 30,0 mm
5. Jika pengujian kekerasan dilakukan dengan mesin pengaus Los Angeles, tidak boleh terjadi kehausan lebih dari 50% berat keseluruhan.

2.5 Agregat Limbah Bangunan (Beton Bekas)

Agregat limbah bangunan (beton bekas) pada penelitian ini diambil secara acak dari hancuran beton kolom ruko yang berada di daerah Marelán. Dari hasil pengamatan penulis dilaporkan pada saat pengambilan bahan baku Agregat limbah bangunan (beton bekas) dilokasi, bahan tersebut belum dimanfaatkan dengan baik sehingga kesannya dapat mengganggu kenyamanan lingkungan disekitarnya. Oleh sebab itu Agregat limbah bangunan (beton bekas) tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengganti agregat batu pecah ataupun agregat batu alam untuk penelitian campuran beton. Untuk mengetahui apakah Agregat limbah bangunan (beton bekas) itu masih layak digunakan maka diadakan pengujian material dilaboratorium.

2.6 Air

Air mempunyai pengaruh yang penting dalam menentukan kekuatan dan kemudahan pekerjaan beton. Untuk mendapatkan beton yang mudah dikerjakan tetapi dengan kekuatan yang tetap, harus dipertahankan perbandingan antaran jumlah air dan semennya. Selain dari jumlahnya, kualitas air pun harus diperhatikan, karena kelebihan zat-zat yang terkandung di dalam air akan

mempengaruhi proses peningkatan antara semen dan agregat yang menyebabkan terjadinya pengurangan kekuatan atau gangguan pada permukaan beton dan dapat juga menyebabkan karat pada beton.

Dalam beberapa spesifikasi, kualitas air yang dapat digunakan adalah air yang dapat diminum. Akan tetapi air minum tidak dapat dipergunakan apabila memiliki konsentrasi sodium atau potasium dan ada reaksi alkali dan agregat yang berbahaya.

Disamping itu ada beberapa persyaratan yang harus diperhatikan dalam menentukan pemakaian air, antara lain adalah:

- a. Air harus bersih, tidak mengandung lumpur, tidak berbau, tidak mengandung minyak dan benda-benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual.
- b. Tidak mengandung benda- benda tersuspensi lebih dari 2 g/ liter.
- c. Tidak mengandung garam- garam yang dapat larut dan merusak bahan (asam- asam dan zat organik) lebih dari 15 g/ liter.
- d. Semua air yang mutunya meragukan harus dianalisa secara kimia dan dievaluasi mutunya pada lembaga pengujian yang dipakai.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. PENGUJIAN DI LABORATORIUM.

3.1.1. Analisa Ayak pasir

A. Tujuan Pengujian ialah menentukan modulus kehalusan butir pasir yang baik sebagai agregat.

B. Peralatan dan Bahan

1. Peralatan

- a. Timbangan 0,01 gram
- b. Ayakan standart
- c. Mesin penggetar ayakan
- d. Kuas timbangan dan kuas bulu
- e. Nampan/ cawan/ mangkuk porselin

2. Bahan

- Pasir kering

C. Prosedur Pelaksanaan

- a. Agregat halus (pasir) dikeringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ} \text{C}$ sampai berat tetap
- b. Timbang agregat halus sebanyak 5000 gram
- c. Saring benda uji sebanyak itu dengan menggunakan ayakan 4 mm
- d. Dari benda uji yang tembus ayakan 4 mm, timbang sebanyak 500 gram
- e. Ayakkan agregat yang banyaknya 500 grm tersebut dengan susunan ayakan sebagai berikut: pan, saringan 0,125mm, 0,25 mm, 1mm, 2 mm. ukuran ayakan yang paling besar ditempatkan paling atas. Pengayakan ini dilakukan

dengan meletakkan susunan ayakan pada mesin pengguncang dan agregat diguncang selama 15 menit.

- f. Bersihkan masing-masing ayakan dimulai dari ayakan teratas dengan kuas. Perhatikan penykatan jaringan jangan terlalu keras, sekedar menurunkan debu yang mungkin masih melekat pada ayakan.
- g. Timbang berat agregat yang tertahan diatas masing-masing lubang ayakan.
- h. Hitung persentase berat benda uji yang tertahan diatas masing-masing ayakan terhadap berat total.
- i. Hitung modulus kehalusan dan gambarkan data hasil pemeriksaan dalam keadaan grafik gradasi.
- j. Buat kesimpulan dari agregat yang diperiksa.

3.1.2. Agerat Halus

Agregat halus (pasir) adalah bahan yang lolos dari saringan dari No.4 atau lebih kecil dari 3/16 inchi atau 5 mm, agregat halus (pasir) adalah sebagai agregat yang dapat melewati saringan uji (5 mm BS 410 dan dan hanya berisi agregat kasar sejumlah tertentu seperti yang diijinkan untuk bermacam-macam gradasi, menurut standar dari britih. Batas-batas gradasi agregat halus menurut standarisasi dari metode pada tabel dibawah ini :

Tabel 3.1 Gradasi Agregat Halus

Lubang ayakan (mm)	Persen Berat Butiran yang Lewat			
	I	II	III	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	0-10

Sumber : PBI 1971

3.1.3 Analisa Ayak Kerikil

A. Tujuan Pengujian

1. Menentukan susunan butir agregat untuk adukan beton dengan pengayakan.
2. Mampu menghitung modulus kehalusan butir agregat kasar.
3. Terampil menggunakan peralatan yang digunakan dalam pengujian.

B. Peralatan dan Bahan

1. Peralatan

- a. Timbangan.
- b. Ayakan standar dengan ukuran 4 mm; 8 mm; 16 mm; 31,5 mm; 63 mm
- c. Tampan/ cawan

2. Bahan

- Kerikil (agregat kasar)

C. Prosedur Pengujian

1. Ambil kerikil sebanyak 25 kg yang diambil dari campuran dengan Raffle sampel.
2. Ayak benda uji tersebut dengan susunan ayakan sebagai berikut:
4mm;8mm; 16 mm; 31,5; 63 mm. ayakan tersebut terletak paling atas.
3. Timbangan berat agregat yang tertahan dari masing masing ayakan.
4. Hitung persentase berat benda yang tertahan diatas masing masing lubang ayakan terhadap berat beton.
5. Buat kesimpulan dari agregat yang diperiksa.

3.1.4 Berat Jenis dan Daya Serap Air Agregat Halus

A. Tujuan Pengujian

1. Mampu menghitung berat jenis pasir dalam keadaan SSD dan juga daya serap pasir.
2. Mampu menerangkan prosedur pemeriksaan berat jenis pasir dalam keadaan SSD dan juga daya serap pasir.
3. Terampil menggunakan peralatan yang digunakan dalam pengujian.

B. Peralatan dan Bahan

1. Peralatan
 - a. Ayakan ukuran 4,75 mm
 - b. Mangkuk porselin
 - c. Timbangan
 - d. Kerucut terpancung
 - e. Gelas ukur
 - f. Wadah air
 - g. Alat vakum
 - h. Oven
 - i. Spatula
 - j. Alat penumbuk

Agregat yang lolos saringan 4,75 mm $\pm$ 1000 gram yang terlebih dahulu dibuat dalam keadaan kering (SSD).

C. Prosedur Pengujian

1. Penentuan SSD agregat Halus

- a. Masukkan benda uji kedalam kerucut terpancung dalam 3 lapisan, yang masing-masing lapisan ditumpuk sebanyak 8 kali ditumba 1 kali penumpukan untuk bagian atas.
 - b. Mengangkat cetakan kerucut terpancung secara perlahan dengan arah vertical.
 - c. Gambar agregat halus dalam keadaan SSD.
2. Penentuan berat jenis dan penyerapan agregat halus
- a. Timbang agregat dalam keadaan SSD seberat 2 x 500 gram dan masukkan kedalam piknometer/ gelas ukur dan mangkuk.
 - b. Masukkan air bersih mencapai 90% isi piknometer, putar sambil diguncang sampai tidak terlihat gelombang udara didalamnya.
 - c. Perhatikan Proses untuk menghilangkan udara dalam piknometer dapat dipercepat dengan menggunakan pompa hampa udara atau dengan merebus piknometer.
 - d. Tambahkan air sampai mencapai tanda batas.
 - e. Timbang piknometer berisi air dan benda uji.
 - f. Benda uji yang di mangkuk dikering oven sampai beratnya tetap dan timbang kembali piknometer dengan air sampai tanda batas, dan menimbang beratnya.
3. Perhitungan

$$\text{BJ SSD (JPK)} = \frac{B_1}{B_3 + B_1 - B_2}$$

$$\text{BJ Kering Oven} = \frac{B_4}{B_3 + B_1 - B_2}$$

$$\text{Daya Serap} = \frac{(B_1 - B_4)}{B_4} \times 100\%$$

Keterangan:

B1 = berat gelas ukur + air + pasir (gr)

B2 = berat gelas ukur + air (gr)

B3 = berat kering oven (gr)

B4 = berat SSD (gr)

3.2 Berat Jenis dan Daya Serap Air Agregat Kasar

A. Tujuan pengujian

1. Menentukan berat jenis agregat kasar dalam keadaan kering oven.
2. Menentukan berat jenis agregat kasar dalam jenuh kering permukaan (SSD).
3. Menentukan kadar air agregat kasar dalam keadaan kering permukaan jenuh air (SSD).

B. Peralatan dan Bahan

1. Peralatan

- a. Mangkuk
- b. Timbangan
- c. Gelas ukur
- d. Wadah air
- e. Oven

2. Bahan

- a. Kerikil 500 gram
(dalam keadaan kering SSD)
- b. Air secukupnya

C. Prosedur pelaksanaan

1. Rendam benda uji dengan air dengan suhu kamar selama 24 jam.
2. Keluarkan benda uji dari dalam air dan lap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan agregat hilang (air dalam keadaan jenuh air permukaan atau SSD).
3. Berat benda uji tersebut dalam keadaan jenuh air permukaan kering (SSD), kemudian berat ditimbang.
4. Masukkan benda uji kedalam bejana gelas dan tambahkan air hingga benda uji terendam dan permukaan air pada tanda batas tertentu.
5. Timbang berat bejana berisi benda uji dan air.
6. Bersihkan bejana dari benda uji dan masukkan air kedalam bejana sampai batas tertentu yang sama dengan prosedur 4.
7. Timbang berat bejana yang berisi air tersebut.
8. Benda uji yang dikeluarkan dari bejana diletakkan ke dalam cawan yang tersedia dan masukkan kedalam oven.
9. Kemudian benda uji yang di oven sampai beratnya tetap jika ditimbang.

D. Perhitungan

$$\text{BJ SSD (JPK)} = \frac{B_1}{B_3 + B_1 - B_2}$$

$$\text{BJ Kering Oven} = \frac{B_4}{B_3 + B_1 - B_2}$$

$$\text{Daya Serap} = \frac{(B_1 - B_4)}{B_4} \times 100\%$$

Keterangan:

B1 = berat gelas ukur + air + pasir (gr)

B2 = berat gelas ukur + air (gr)

B3 = berat kering oven (gr)

B4 = berat SSD (gr)

3.3. Pemeriksaan Kadar Lumpur Pasir

A. Tujuan pengujian ialah menentukan persentase kadar lumpur yang terkandung dalam agregat halus.

B. Peralatan dan Bahan

1. Peralatan

a. Timbangan

b. Saringan

c. Gelas ukur

d. Alat pengaduk

2. Bahan

- Pasir

C. Prosedur pelaksanaan

1. Masukkan contoh agregat kurang lebih 1.25 kali berat benda uji kedalam cawan dan keringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^\circ \text{C}$ sampai berat tetap.

2. Timbang berat benda uji dengan benda uji (B_i) sesuai daftar.

3. Masukkan benda uji dalam bejana, tuang air bersih kedalam bejana tersebut hingga benda uji terendam.

4. Aduk benda uji, sehingga terpisah dari bagian halus.
5. Tuangkan suspensi yang kelihatan keruh dengan perlahan kedalam susunan ayakan.
6. Ulangi langkah 3,4,5 diatas beberapa kali hingga air cucuan didalam bejana kelihatan jernih.
7. Bilas butiran yang tertinggal diatas ayakan sehingga air bilasan tampak jernih.
8. Keringkan benda uji tersebut didalam oven sampai beratnya tetap.
9. Timbang dan catat beratnya.

D. Perhitungan

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{(B_1 - B_2)}{B_1} \times 100\%$$

Keterangan:

B₁ = berat agregat kering oven sebelum dicuci (gram)

B₂ = berat agregat kering oven setelah dicuci (gram)

3.4 Pemeriksaan Kadar Organik Pasir

A. Tujuan pengujian

1. Menentukan adanya bahan organik dalam pasir alam yang akan digunakan sebagai bahan campuran beton.

B. Peralatan dan Bahan

1. Peralatan

- a. Botol gelas tidak berwarna yang mempunyai tutup dari karet dan tidak larut dalam NaOH, dengan isi sekitar 350 ml.
- b. Standar organik.

2. Bahan

- a. Pasir 115 ml, kira-kira 113 isi botol.
- b. Larutan NaOH 3%.

C. Prosedur Pelaksanaan

- a. Benda uji dimasukkan kedalam botol.
- b. Tambahkan larutan NaOH 3%, setelah itu dikocok dan isinya harus mencapai 2/3 isi botol.
- c. Setelah 24 jam bandingkan warna cairan yang telah terlihat di atas dengan warna standar.

3.5 Perhitungan Proporsi Campuran Mix Design

Perencanaan perhitungan proporsi mix design menurut PBI 1971 ialah sebagai berikut:

1. Tentukan kuat tekan beton yang direncanakan sesuai dengan yang dikehendaki.
2. Hitung deviasi standar.
3. Hitung nilai tambah (margin).
4. Hitung kuat tekan rata-rata yang ditargetkan.
5. Tetapkan jenis semen yang akan digunakan.
6. Tentukan jenis agregat yang akan digunakan, untuk agregat halus dan agregat kasar.
7. Tentukan nilai FAS.
8. Tetapkan FAS maksimum.
9. Tentukan nilai Slump.
10. Tentukan ukuran butir nominal agregat maksimum.

11. Tentukan kadar air bebas.
12. Hitung jumlah semen yang besarnya dihitung dari kadar air bebas dibagi faktor air semen.
13. Jumlah semen maksimum diabaikan jika tidak ditetapkan.
14. Tentukan jumlah semen minimum.
15. Tentukan FAS yang disesuaikan. Jika jumlah semen berubah karena jumlahnya lebih kecil dari jumlah semen minimum atau lebih besar dari jumlah semen maksimum, maka FAS harus dihitung kembali. Jika jumlah semen yang dihitung dari langkah (12) berada diantara maksimum dan minimum, atau lebih besar dari minimum namun tidak melebihi jumlah maksimum kita bebas memilih jumlah semen yang akan kita gunakan.
16. Tentukan zona gradasi agregat halus.
17. Tentukan persentase agregat halus terhadap campuran berdasarkan nilai slump, FAS, dan besar nominal agregat maksimum.
18. Hitung berat jenis relatif agregat.
19. Tentukan berat jenis beton, berdasarkan nilai berat jenis agregat gabungan dan kadar air bebas.
20. Hitung kadar agregat gabungan yaitu berat jenis beton dikurangi dengan berat semen ditambah air.
21. Hitung kadar agregat halus yang besarnya adalah kadar agregat gabungan dikali persentase agregat halus dalam campuran.
22. Hitung kadar agregat kasar, yaitu agregat gabungan dikurangi kadar agregat halus.

3.6 Kuat Tekan Beton yang Direncanakan

Untuk dapat merencanakan ukuran penampang beton suatu struktur diperlukan data kemampuan penampang beton tersebut menahan beban tekan. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa rancangan campuran beton merupakan suatu teknik untuk mendapatkan tentang kuat tekan beton merupakan suatu teknik untuk mendapatkan tentang kekuatan tekan beton yang akan dicapai. Sebagai dasar perencanaan digunakan kekuatan pada umur 28 hari, karena pada umur 28 hari kekuatan beton mulai menunjukkan peningkatan yang tidak begitu besar bila dibandingkan pada hari-hari sebelumnya.

* Kuat tekan yang direncanakan pada umur 28 hari pada penelitian ini adalah 175 kg/cm^2 .

3.7 Menentukan Nilai Standar Deviasi

Pada pelaksanaan pembustsn pekerjaan beton selalu dipengaruhi beberapa faktor, baik faktor yang berasal dari bahan baku itu sendiri maupun pengaruh dari luar seperti pengaruh manusia maupun alam. Pengaruh-pengaruh ini dapat menyebabkan hasil akhir suatu pekerjaan beton tidak akan sempurna secara keseluruhan, dimana kemungkinan menyimpang dari hasil yang direncanakan. Penyimpangan yang terjadi sangat bervariasi dan dengan memperkecil pengaruh-pengaruh tersebut, maka penyimpangan yang terjadi dapat pula diperkecil.

Nilai standar ditentukan berdasarkan PBI 1971. Bila belum tersediadata hasil uji, sebagai pendekatan awal, maka dapat digunakan perkiraan standar deviasi berdasarkan besarnya volume pekerjaan.

Tabel 3.2 Mutu pelaksanaan diukur dengan standar deviasi

Isi pekerjaan		Deviasi standar		
Sebutan	Jumlah beton(m ³)	Baik sekali	Baik	Dapat diterima
Kecil	< 1000	45 < S < 55	55 < S < 65	65 < S < 85
Sedang	1000 3000	35 < S < 45	45 < S < 55	55 < S < 75
Besar	> 3000	25 < S < 35	35 < S < 45	45 < S < 65

Sumber: PBI 1971

*Standar deviasi rencana adalah sebesar 60 kg/cm

3.8 Menentukan Nilai Tambah/ Margin

PBI 1971 dan literature yang terkait dalam masalah ini pada umumnya mengambil nilai kemungkinan tidak memenuhi standar sebesar 5% atau dengan kata lain bahwa tingkat kepercayaan akan keberhasilan hanya mencapai 95%. Konstanta k untuk permeabilitas kegagalan 5% adalah sebesar 1,64. Sehingga besarnya nilai tambah adalah:

Keterangan:

M = Nilai tambah

S = Nilai standar deviasi

K = Tetapan yang nilainya diambil dari persentase hasil uji untuk 5% diambil 1,64

*Maka nilai tambah = $60 \times 1,64 = 98,4 \text{ kg/cm}$

3.9 Menentukan Kuat Tekan Rata-rata yang Hendak Dicapai

Kekuatan rata-rata yang diperoleh harus melebihi kekuatan menurut spesifikasi yang telah ditetapkan seperti yang dinyatakan:

Keterangan:

$$\sigma_{bm} = \sigma_{bk} + k \cdot s$$

σ_{bm} = kuat tekan rata rata

σ_{bk} = kuat tekan beton yang direncanakan

k = konstanta (1,64)

s = nilai standar deviasi

$$* \sigma_{bm} = 175 \text{ kg/cm}^2 + 98,4 \text{ kg/cm}^2 = 273,4 \text{ kg/cm}^2$$

3.10 Menentukan Jenis Semen yang Digunakan

Pemilihan jenis semen adalah berdasarkan pertimbangan tujuan penggunaan konstruksi nantinya, dimana setiap jenis semen mempunyai kekuatan tekan tertentu pada umur tertentu.

*Jenis semen yang digunakan adalah Semen Portland Type I

3.11 Menentukan Jenis Agregat Kasar dan Halus

Agregat kasar dan halus dapat diperoleh dari alam ataupun melalui proses pembuatan. Jenis agregat ada dua macam yaitu alami atau buatan (batu pecah). Ini untuk agregat halus maupun agregat kasar.

*agregat yang digunakan kerikil alami diameter 20 mm dan pasir alami

3.12 Menentukan Faktor Air Semen

Faktor air semen adalah nilai yang diperoleh dari hasil perbandingan kadar air dan kadar semen yang diperlukan. Semakin rendah perbandingan air semen, berarti semakin kental campuran yang dihasilkan. Dalam teknologi beton dikenal suatu factor atau konsep dasar yang menyatakan bahwa untuk memperoleh beton yang berkualitas tinggi dapat dicapai dengan menggunakan perbandingan air semen yang rendah. Menentukan perbandingan air semen yang rendah sangat

sukar, karena agregat dapat menyerap air kedalam partikel dalam jumlah yang sangat besar.

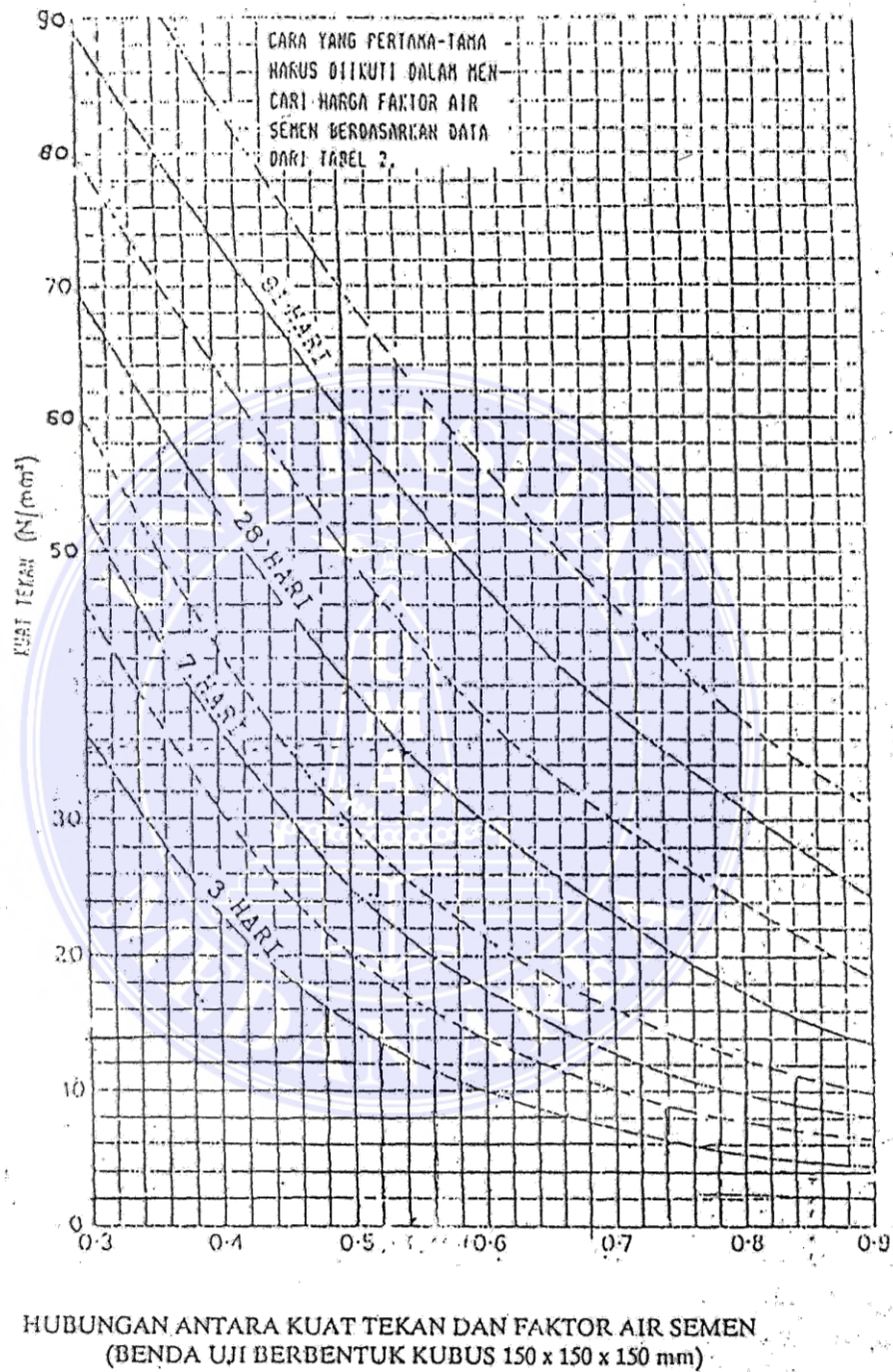
Faktor air semen yang diperlukan untuk mencapai kuat tekan rata-rata ditargetkan dan didasarkan pada:

1. Hubungan kuat tekan dan faktor air semen yang diperoleh dari hasil penelitian lapangan sesuai dengan bahan dan kondisi pekerjaan yang diusulkan
2. Untuk lingkungan khusus, factor air semen maksimum harus memenuhi ketentuan PBI 1971 untuk beton tahan sulfat dan beton kedap air.

Cara mengisi grafik 3.1

1. Tarik garis memanjang pada angka 0,5 yang tertera pada FAS
2. Tarik garis dari angka 400. Angka ini didapat pada table 3.3 sampai berpotongan dengan garis memanjang yang berasal dari angka FAS 0,5
3. Garis yang berpotongan antara FAS 0,5 dengan garis 400
4. Tarik garis 273,4 (pada daftar kuat tekan), angka ini didapat dari penjumlahan kuat tekan beton rencana dengan nilai tambah, hingga berpotongan dengan grafik yang baru
5. Tarik garis dari hasil pepotongan antara garis 273,4 dengan grafik arah vertical
6. Kebawah menuju fas baru yang akan digunakan
7. Maka dapat nilai FAS sebesar 0,633

Grafik 3.1. Hubungan antara Kuat Tekan dan Factor Air Semen



Sumber : PBI 1971

Perkiraan kuat tekan beton dengan fas 0,5 dan jenis semen serta agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia tergantung dari benda uji nya dapat dilihat pada table 3.3 dibawah ini.

Tabel 3.3 Perkiraan Kuat Tekan Beton Terhadap Faktor Air Semen 0,5 Menurut Bentuk Benda Uji

		Kekuatan Tekan (Mpa)				
Jenis Semen	Jenis Agregat	Pada Umur (hari)				Bentuk
	Kasar	3	7	28	91	Benda Uji
Semen Portland Tipe I atau	Batu tak dipecah	17	23	33	40	Silinder
	(alami)	19	27	37	45	
Semen Tahan Sulfat Tipe II, V	Batu dipecah					Kubus
	Batu tak dipecah	20	28	40	48	
	(alami)	23	32	45	54	
Semen Portland Tipe III	Batu dipecah					Silinder
	Batu tak dipecah	21	28	38	44	
	(alami)	25	33	44	48	
	Batu dipecah					
	Batu tak dipecah	25	31	46	23	
	(alami)	30	40	53	60	Kubus
	Batu dipecah					

Sumber : PBI 1971

3.13 Slump

Slump ditempatkan sesuai dengan kondisi pelaksanaan pekerjaan agar diperoleh beton yang mudah dituangkan dan dipadatkan atau dapat memenuhi syarat *workability*. Jika tidak ada data yang lalu nilai slump dapat diambil dari table 3.4 dibawah ini:

Tabel 3.4 Nilai Slump Menurut Fungsi Beton

Fungsi	Nilai Slump	
	Maksimum	Minimum
Dinding, pelat pondasi, dan telapak pondasi bertulang	12,5	5,0
Pondasi telapak tidak bertulang, kaisan dan konstruksi dibawah tanah	9,0	2,5
Plat, balok, kolom dan dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan masal	7,5	2,5

Sumber: PBI 1971 :38

3.14 Kadar Air Bebas

Kadar air bebas ditentukan sebagai berikut. Penjumlahan dari perbandingan antara agregat halus dengan agregat kasar. agregat campuran diatas dapat dihitung dengan rumus:

$$\frac{2}{3} W_h + \frac{1}{3} W_k$$

Keterangan:

W_h = Perkiraan jumlah air untuk agregat halus

W_k = Perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

Pada umumnya kadar air bebas yang diperkirakan sering di temukan pengerjaan beton dapat dilihat pada table 3.5 di bawah ini.

Tabel 3.4. Perkiraan Kadar Air Bebas (kg/m^3) yang Dibutuhkan untuk Beberapa Tingkat Kemudahan Pekerjaan Adukan

Slump (mm)	0-10	10-30	30-60	60-180
v.b. (detik)	12	6-12	3-6	0-3
Ukuran Besar Butir Agregat Maksimum	Jenis agregat	Slump (mm)	Kadar Air Bebas (kg/m^3)	
10 mm	Alami	150	180	205
	Batu pecah	180	205	230
20 mm	Alami	135	160	180
	Batu pecah	170	190	210
40 mm	Alami	115	140	160
	Batu pecah	155	175	190

Sumber: PBI 1971

Catatan:

1. Untuk suhu di atas 20°C , setiap kenaikan suhu 5°C harus ditambahkan air sebanyak 5 liter permeter kubik adukan beton.
2. Untuk permukaan agregat yang kasar, harus ditambahkan air kira-kira 10 liter permter kubik adukan beton.

*agregat yang digunakan adalah kerikil alami dengan diameter 20 mm dan pasir alami dengan nilai slump rencana 75-150 mm, maka dari perhitungan

didapatkan kadar air bebas sebanyak 190 liter/m^3 .

3.15 Menentukan Kadar Semen

Cara menentukan kadar semen yaitu: hasil bagi antara kadar air bebas dengan faktor air semen atau faktor air semen minimum (diambil angka yang paling kecil antara keduanya).

$$\text{Jumlah semen} = \frac{\text{Kadar Air Bebas}}{\text{FAS minimum}}$$

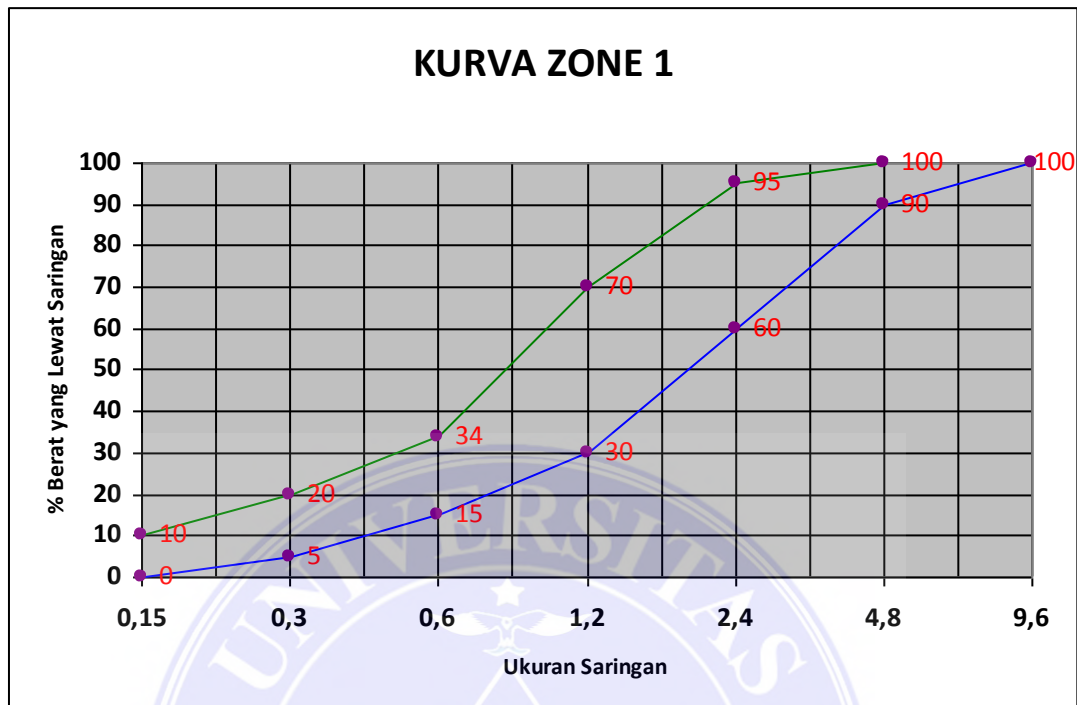
Tabel 3.6 Persyaratan Gradasi Pasir

Ukuran Saringan (mm)	% Berat yang lewat pada saringan			
	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4
9,6	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 : Iskandar G., Rani.2009.Teknologi Beton Teori dan Praktik

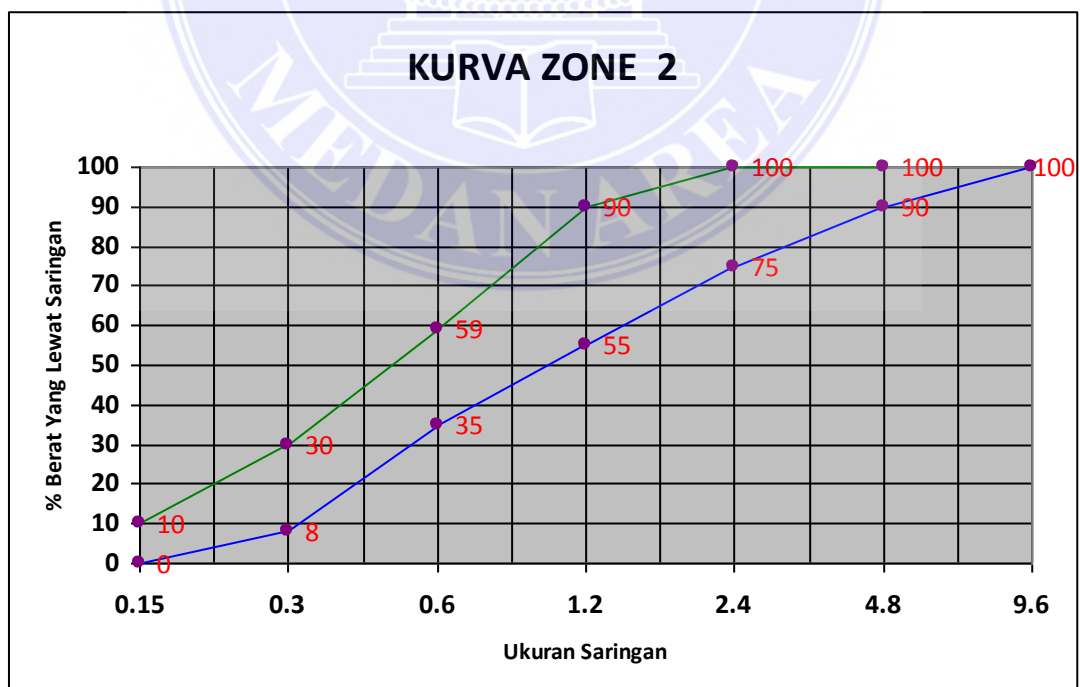
1. Daerah gradasi I : Pasir kasar
2. Daerah gradasi II : Pasir agak kasar
3. Daerah gradasi III : Pasir halus
4. Daerah gradasi IV : Pasir agak halus

Grafik 3.2 Batas Gradasi I



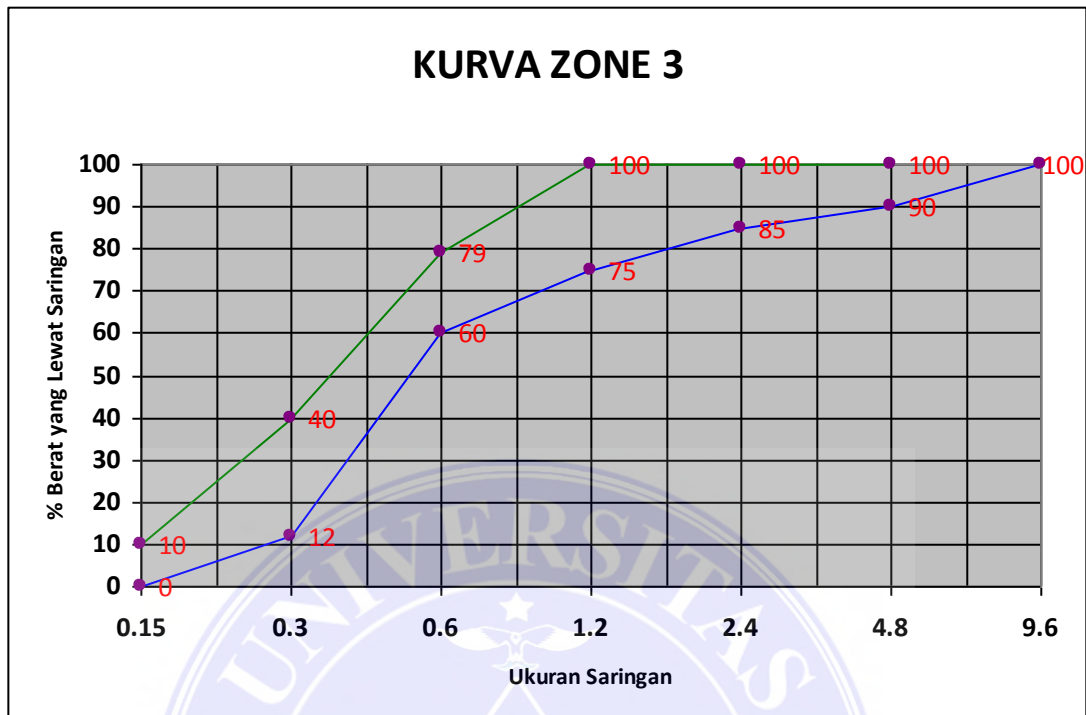
Sumber : Iskandar G., Rani.2009.Teknologi Beton Teori dan Praktik

Grafik 3.3 Batas Gradasi II



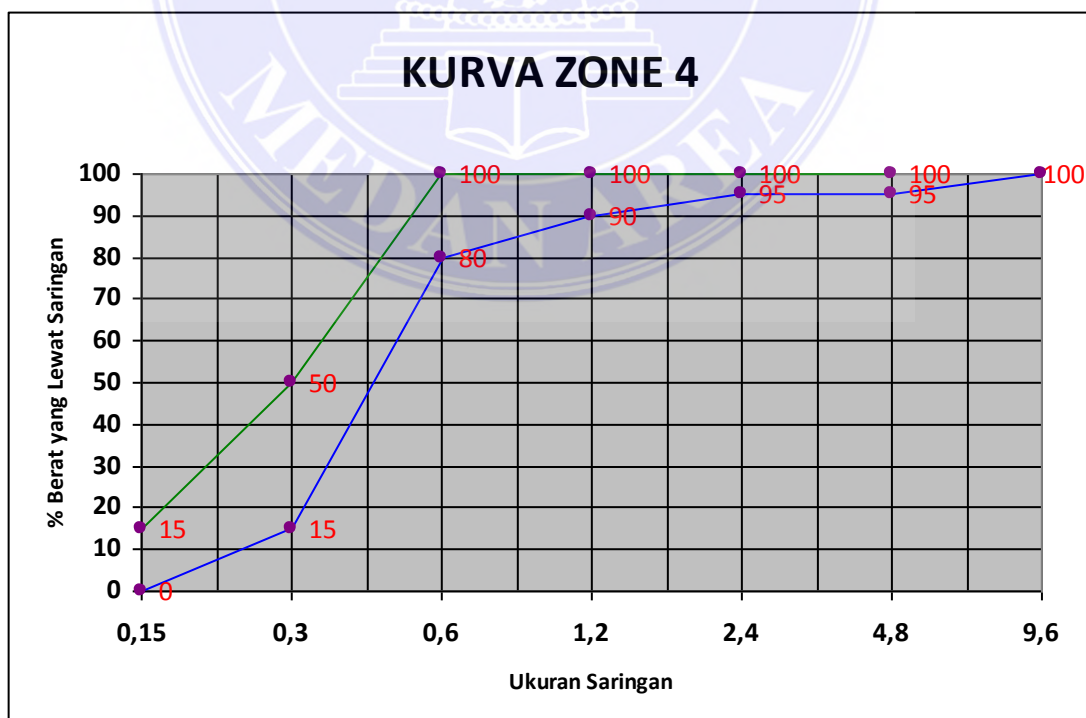
Sumber :Iskandar G., Rani.2009.Teknologi Beton Teori dan Praktik

Grafik 3.4 Batas Gradasi III



Sumber : Iskandar G., Rani.2009.Teknologi Beton Teori dan Praktik

Grafik 3.5 Batas Gradasi IV



Sumber : Iskandar G., Rani.2009.Teknologi Beton Teori dan Praktik

Untuk mendapatkan mutu beton yang baik maka gradasi dari kerikil yang digunakan haruslah memenuhi persyaratan. Adapun persyaratan gradasi yang dimaksud tadi dapat dilihat pada tabel 3.7 dibawah ini

Tabel 3.7 Persyaratan Gradasi Kerikil

Ukuran saringan (mm)	% Berat yang lewat pada saringan ukuran nominal Agregat (mm)		
	4,9-38	4,8-19	4,8-9,6
38	95-100	100	100
19	37-70	95-100	100
9,6	10-40	30-60	50-85
4,8	0-5	0-10	0-10

Sumber : Iskandar G., Rani.2009.Teknologi Beton Teori dan Praktik

Tabel 3.8 Persyaratan Gradasi Agregat Gabungan

Ukuran Saringan (mm)	% Berat yang lewat pada ayakan ukuran butir maksimum			
	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4
76	100			
38	17-63	100		
19	35-52	50-75	100	
9,6	26-42	35-60	45-75	100
4,8	20-35	23-47	29-49	29-75
2,4	17-29	18-37	23-42	21-60
1,2	13-24	12-20	15-35	17-47
0,6	8-17	7-23	9-28	14-35
0,3	4-9	3-15	2-13	5-21
0,15	-	2-6	1-3	0-7

Sumber : Iskandar G., Rani.2009.Teknologi Beton Teori dan Praktik

Setelah menentukan kekuatan rencana beton yang akan dibuat diperlukan penelitian faktor air semen yang didasarkan atas hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen yang terdapat pada tabel di bawah ini:

Tabel 3.9 Kekuatan Tekan Untuk W/C = 0,5

Jenis Semen	Jenis Agregat Kasar	Kekuatan Tekan (Mpa)					Bentuk Benda Uji
		Pada umum (hari)					
		3	7	28	91		
Semen Portland tipe I atau semen tahan sulfat tipe II, V	Batu tak dipecah	20	28	40	48	Kubus	
	Batu pecah	23	32	45	54		
Semen Portlan tipe III	Batu tak dipecah	25	31	46	53	Kubus	
	Batu pecah	30	40	53	60		

Sumber: PBI 1971

Pada percobaan digunakan benda uji yang berbentuk kubus. 150 mm x 150 mm x 150 mm. Setelah diketahui kuat tekan beton pada usia 28 hari, maka untuk menentukan rasio air terhadap semen adalah dengan menggunakan kurva hubungan W/C dengan kuat tekan seperti kurva pada gambar 2.10. Penggunaan kurva tersebut adalah sebagai berikut :

1. Tentukan nilai kuat tekan beton pada umur 28 hari (sesuai dengan umur yang akan direncanakan) dengan menggunakan tabel 2.8, sesuai dengan penggunaan semen dan agregat serta benda uji yang akan dibuat.
2. Tarik garis tegak lurus ke atas melalui faktor air semen 0,5 (faktor air semen standar) sampai memotong kurva tekan yang telah ditentukan.
3. Tarik garis mendatar melalui nilai kuat tekan yang ditargetkan sampai berpotongan dengan garis tegak lurus yang dibuat pada tahap 2.
4. Dari titik temu tersebut dibuat garis sejajar dengan kurva yang berada di atas atau bawah titik temu tersebut. Atau dengan kata lain kurva pada umur 28 hari

digambarkan kembali berdasarkan titik potong antara nilai kuat tekan pada tahap 1 dan faktor air semen standar (0,50).

5. Tentukan kuat tekan beton yang diinginkan, tarik garis mendatar sehingga memotong kurva yang dibuat pada tahap 4, lalu tarik garis vertikal ke bawah hingga memotong kurva yang dibuat pada tahap 1, lalu tarik garis vertikal ke bawah hingga memotong kurva yang dibuat pada tahap 4, lalu tarik garis vertikal ke bawah hingga memotong absis faktor air semen yang menunjukkan nilai faktor air semen yang diperoleh.

Yang perlu diperhatikan pula adalah tinggi slump yang disesuaikan dengan kondisi pelaksana pekerjaan agar diperoleh beton yang mudah dituangkan, dipadatkan dan diratakan, kemudian besar butir agregat maksimum yang tidak boleh melebihi :

1. Seperlima jarak terkecil antara bidang-bidang sampaing dari cetakan.
2. Sepertiga dari tebal plat.
3. Tiga perempat dari jarak minimum di antara batang-batang atau bekas-bekas tulangan.

BABV

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Dari hasil pengujian kuat tekan beton dengan menggunakan agregat limbah bangunan (beton bekas) = K. 152 dengan umur 28 hari. Sedangkan mutu yang direncanakan K.175 ternyata memakai campuran bahan limbah bangunan (beton bekas) tidak memenuhi syarat beton PBI.1971 dapat dilihat pada tabel dan grafik dibawah ini :

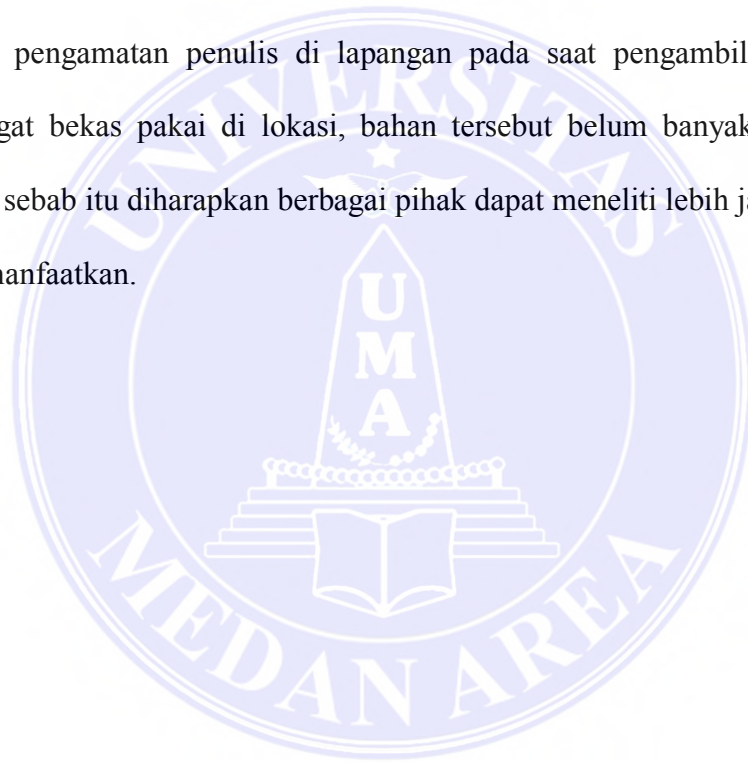
2. Tabel Perbandingan Beton Memakai Agregat Limbah Bangunan Dengan Batu Kali

No.	Jenis beton	Beban tekan Rata-rata (KN)	Mutu beton K. (Σ bk) kg/cm ²
1	Beton dengan campuran agregat limbah bangunan (beton bekas)	366,73	152,3475
2	Beton normal	551,685	213,2724

Sumber : Dari hasil laboratorium

5.2. Saran

1. Untuk mendapatkan hasil penelitian yang baik dan keakuratan data hendaknya dilakukan penelitian yang menggunakan benda uji lebih banyak untuk mendapatkan data yang lebih beragam.
2. Dari hasil pengujian bahwa agregat bekas pakai masih layak digunakan sebagai bahan pengganti agregat alam ataupun batu pecah, tergantung dari kebutuhan di lapangan.
3. Dari pengamatan penulis di lapangan pada saat pengambilan bahan baku agregat bekas pakai di lokasi, bahan tersebut belum banyak dimanfaatkan, oleh sebab itu diharapkan berbagai pihak dapat meneliti lebih jauh untuk dapat memanfaatkan.



DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan.1971.*Peraturan Beton Bertulang Indonesia*. Bandung : DE, PU
- Iskandar G., Rani.2009.*Teknologi Beton Teori dan Praktik*. Padang : Universitas Negeri Padang Press
- M. Ali Hanafiah.1994.*Merencanakan Komposisi Campuran Beton Struktural*. Banda Aceh : Universitas Syiah Kuala
- Syafei Amri.1971.*Pengantar Teknologi Beton*. Jakarta :
- Yayasan LPMB. 1990. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Bandung :

