



**PENGARUH KADAR LUMPUR TERHADAP
PERENCANAAN MUTU BETON
(PENELITIAN)**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Dalam Sidang Ujian Sarjana Teknik Sipil

Disusun Oleh :

AGINTA PRINATA SIANTURI

NIM : 12 811 0080



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
2015**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
 2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
 3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
- Access From (repository.uma.ac.id)29/8/23

ABSTRAK

Untuk Agregat halus (pasir), kadar lumpur rata-rata untuk sample Binjai = 1.2 %. Kadar lumpur rata-rata untuk sample Batang Kuis = 2.2 %. Kadar lumpur rata-rata untuk sample Patumbak = 5.25 % jadi menurut PBI-NI 1971 yang baik digunakan untuk campuran beton adalah pasir yang memiliki kadar lumpur < 5 % dan menurut sample adalah pasir Binjai dan Batang Kuis. Untuk Agregat kasar (batu pecah) kadar lumpur rata-rata untuk sample Binjai = 0,5 %, Kadar lumpur rata-rata untuk sample B. Kuis = 0,65 %, Kadar lumpur rata-rata untuk sample Patumbak = 1,05 % jadi menurut PBI-NI 1971 yang baik digunakan untuk campuran beton adalah batu pecah yang memiliki kadar lumpur < 1 % dan menurut sample adalah batu pecah asal Binjai dan asal Batang Kuis. Kekuatan tekan karakteristik yang memenuhi K-175 hanya diperoleh dari hasil campuran beton pasir binjai dengan batu pecah binjai, pasir patumbak dengan batu pecah binjai, pasir binjai dengan batu pecah batang kuis, pasir batang kuis dengan batu pecah batang kuis, dan pasir batang kuis dengan patumbak. Modulus kehalusan sample Binjai memenuhi persyaratan sebagai bahan campuran beton yang baik, sebab nilai modulus kehalusannya : 2,87, maka digolongkan kepada kelas pasir sedang. Modulus kehalusan sample Batang Kuis memenuhi persyaratan sebagai bahan campuran beton, sebab nilai modulus kehalusannya : 3,11, maka digolongkan kepada kelas pasir kasar, tetapi membutuhkan semen dan air. Modulus kehalusan sample Patumbak memenuhi persyaratan sebagai beton, sebab nilai modulus kehalusannya : 2,43, maka digolongkan kepada kelas pasir halus, tetapi terlalu banyak membutuhkan semen.

Kata Kunci: Kadar Lumpur, Kuat Tekan Beton K-175



ABSTRACT

For fine aggregate (sand), the average silt concentration for sample from Binjai = 1.2%. Average silt concentration for sample from Batang Kuis = 2.2% average silt concentration for sample from Patumbak = 5.25% so according to PBI-1971 NI good use for mix concrete is sand which has a silt concentration <5% and according to the sand sample is from Binjai and Batang Kuis. For coarse aggregates (crushed stone) average silt concentration for sample from Binjai = 0.5%, the average silt concentration for sample from Batang Kuis = 0.65%, the average silt concentration for sample from Patumbak = 1.05% so according to PBI-1971 NI good used to mix concrete is crushed stone which has a silt concentration <1% and according to crushed stone sample is from Binjai and Batang Kuis. Compressive strength characteristics which meet the K-175 is only obtained from the mix concrete with Binjai's sand with Binjai's crushed stone, Patumbak's sand with Binjai's crushed stone, Binjai's sand with Batang Kuis's crushed stone, Batang Kuis's sand with Batang Kuis's crushed stone, and Batang Kuis's sand with Patumbak's crushed stone. Fineness modulus Binjai's sample qualifies as a good mix concrete, because the value of the modulus of smoothness is 2.87, then classified to medium sand. Fineness modulus sample from Batang Kuis meet the requirements as a mix concrete, because the value of the modulus of smoothness is 3.11, then classified to coarse sand, but need more cement and water. Fineness modulus sample from Patumbak qualify as concrete, because the value of the modulus of smoothness is 2.43, then classified to fine sand, but need too much of cement.

Keywords: Silt Concentration, Concrete Compressive Strength K-175



DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK.....	ii
ABSTRACT.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GRAFIK	ix
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Umum dan Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	2
1.3. Perumusan dan Masalah	3
1.4. Pembatasan masalah	4
1.5. Metodologi.....	4
BAB II. GAMBARAN UMUM BAHAN PENELITIAN	5
2.1. Bahan campuran beton	5
2.1.1. Semen Portland	5
2.1.2. Agregat	8
2.1.2.1. Agregat Halus	8
2.1.2.2. Agregat Kasar	10
2.1.3. Air	12
2.1.4.1 Metodologi Perencanaan Campuran Beton	13

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)29/8/23

BAB III. PENGUJIAN BAHAN	24
3.1. Pengujian Agregat halus.....	24
3.1.1. Kadar lumpur.....	24
3.1.2. Kadar organik ,.....	25
3.1.3. Gradasi dan Modulus kehalusan	26
3.1.4. Berat jenis Absorpsi	27
3.1.5. Kadar air	28
3.2. Pengujian Agregat kasar	29
3.2.1. Kadar lumpur	29
3.2.2. Gradasi dan Modulus kehalusan	30
3.2.3. Berat jenis dan Absorpsi	32
3.2.4. Abrasi dengan raesin Los Angeles.....	33
BAB IV. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	35
4.1. Perencanaan Campuran (Mix Design K-175)	35
4.2. Data hasil pengujian beton	42
4.3. Hubungan kadar lumpur dengan nilai Slump	43
4.4. Hubungan kadar lumpur dengan temperatur	44
4.5. Hubungan kadar lumpur dengan kekuatan	45
4.6. Hubungan kadar lumpur dengan kekuatan tekan karakteristik .	46
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	54
5.1. Kesimpulan	54
5.2. Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN	



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Beton adalah batu buatan, hasil pengerasan dari suatu massa yang terbuat dari campuran semen, agregat halus, agregat kasar dan air dengan perbandingan yang tertentu. Agregat halus dan kasar berfungsi sebagai bahan pengisi, semen dan air yang menempati ruang-ruang kosong antara butiran agregat berfungsi sebagai perekat yang memberikan aksi kimiawi dalam proses pengerasannya.

Sebagai bahan konstruksi, beton memiliki kekuatan tekan yang tinggi, tetapi sebaliknya juga memiliki kekuatan tarik yang rendah. Dengan demikian untuk pemakaiannya di dalam praktek memerlukan perkuatan berupa bentangan-bentangan baja terutama pada bagian-bagian beton yang mengalami tarikan. Gabungan logis dari kedua bahan tersebut di atas dikenal dengan nama beton bertulang.

Dalam perencanaannya yaitu untuk perhitungan kekuatannya, perlu ditetapkan kekuatan tekan dari beton yang akan dipergunakan. Kekuatan tekan ini ditentukan oleh beberapa faktor antara lain:

- Perbandingan antara semen, agregat halus dan agregat kasar dalam campuran.
- Faktor air semen yaitu perbandingan berat air terhadap berat semen.
- Mutu dan kebersihan dari bahan-bahan yang dipakai dalam campuran.

Salah satu dari hal yang menyangkut mutu dan kebersihan bahan-bahan campuran adalah kadar lumpur yang terkandung dalam agregat, baik agregat halus maupun agregat kasar.

Lumpur yang terkandung dalam agregat akan mengakibatkan berkurangnya kekuatan tekan dari beton tersebut, karena semen yang terpakai kurang berfungsi dari yang diharapkan. Semakin banyaknya lumpur dalam agregat semakin luas permukaan butiran-butiran bahan pengisi yang harus diselimuti oleh semen sebagai perekat. Hal ini akan mengakibatkan lapisan perekat itu sendiri menjadi semakin tipis dan kemampuan mengikat akan berkurang. Dengan berkurangnya kemampuan mengikat, berkurang pula kekuatan dari beton yang dihasilkan.

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran tentang pengaruh lumpur dalam agregat terhadap kekuatan beton yang dihasilkan. Dengan gambaran tersebut diharapkan agar pemakaian bahan-bahan untuk campuran beton supaya diperhatikan kebersihannya guna mendapatkan mutu beton yang baik.

1.3. Perumusan Masalah

Mengenai kebersihan agregat terhadap lumpur, PBI'71 bab 3 pasal 3 ayat 3, menetapkan bahwa agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5 % ditentukan terhadap berat keringnya dan bab 3 pasal 4 ayat 3 menetapkan bahwa agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1 % ditentukan terhadap berat keringnya.

- Dilihat peranan lumpur dalam proses pengikat dan pengerasan beton seperti

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)29/8/23

yang telah diuraikan pada bab pendahuluan.

Dapat diambil suatu kesimpulan sementara berupa dugaan bahwa untuk mendapatkan suatu beton dengan kekuatan tekan yang diinginkan, maka jumlah semen yang diperlukan akan bertambah sesuai dengan kadar lumpur yang terkandung dalam agregat yang dipakai.

- Dengan demikian dalam perencanaan campuran beton, pengaruh faktor kadar lumpur dalam agregat terhadap kekuatan beton yang direncanakan semestinya diperhitungkan.

1.4. Pembatasan Masalah

Dalam pelaksanaan penulisan skripsi ini, penulis membatasi pada masalah :

- a. Hubungan kadar lumpur dengan nilai slump.
- b. Hubungan kadar lumpur dengan temperatur.
- c. Hubungan kadar lumpur dengan kekuatan tekan rata-rata.
- d. Hubungan kadar lumpur dengan kekuatan tekan karakteristik.

1.5. Metodologi

Di dalam pelaksanaan penyusunan skripsi ini, penulis akan melaksanakan penelitian berdasarkan data-data yang diperoleh dengan cara:

- Mengumpulkan data-data melalui penelitian di laboratorium Politeknik Negeri Medan.
- Konsultasi dengan dosen pembimbing dan asistensi laboratorium.

BAB II

GAMBARAN UMUM BAHAN PENELITIAN



2.1. Bahan Campuran Beton

Campuran beton yang dipakai terdiri dari semen, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil, batu pecah) dan air.

2.1.1. Semen Portland

Semen adalah bahan yang memperlihatkan sifat-sifat karakteristik mengenai pengikatan serta pengerasan jika dicampur dengan air, sehingga terbentuk pasta semen. Semen di bagi dalam dua bahagian besar, yaitu:

1. Semen hidrolis, yaitu semen yang mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras dalam air.
2. Semen non hidrolis, yaitu semua yang tidak dapat mengikat serta mengeras dalam air, contohnya kapur.

Semen Portland merupakan suatu bahan dalam konstruksi yang paling banyak dipakai serta merupakan semen hidrolis. Semen portland dipergunakan dalam semua jenis struktural seperti dinding, plat, balok, kolom, jembatan, terowongan dan sebagainya yang diperkuat dengan tulangan. Senyawa-senyawa yang terdapat pada semen portland adalah sebagai berikut:

- Tricalcium Silicate ($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$)
- Dicalcium Silicate ($2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$)
- Tricalcium Alumino ($3\text{CaO}, \text{Al}_2\text{O}_3$)
- Tetracalcium Alumino ($4\text{CaO}, \text{Al}_2\text{O}_3, \text{Fe}_2\text{O}_3$) Sesuai dengan sifat-sifat dan

tujuan penggunaannya, ASTM mengklasifikasikan semen Portland dalam 5

type sebagai berikut:

Type I. Semen Portland Biasa/Standart.

Semen portland umum yang dipergunakan dalam pemakaian atau lingkungannya tidak perlu pengawasan khusus.

Type II. Semen Portland Modified

Semen type ini dipergunakan untuk kontruksi beton dan bangunan yang berhubungan terus menerus dengan air kotor dan air tanah. Umpamanya untuk pondasi bangunan yang tertanam didalam tanah yang mengandung air agresif yaitu air yang mangandung garam-garam sulfat, untuk pembuatan saluran air buangan dan untuk bangunan yang berhubungan dengan air rawa.

Type III. Semen Portland dengan Kekuatan Awal Tinggi.

Semen Type ini adalah jenis semen cepat mengeras yang mempunyai kekuatan awal tinggi pada umur muda. Sehingga semen Type III ini cocok dipergunakan untuk pekerjaan beton di daerah yang bersuhu dingin. Butiran-butiran semennya digiling lebih halus dari pada butiran-butiran semen type I untuk mempercepat proses hydrasi.

Type IV. Semen Portland Panas Hydrasi Rendah.

Semen Type ini menimbulkan panas hydrasi rendah, sehingga proses pengerasannya serta perkembangannya lambat. Penggunaannya terutama pada bangunan yang berukuran besar dengan tebal lebih dari dua meter, .Is2 umpamanya untuk pembuatan bendungan besar, pondasi jembatan besar, pondasi jembatan yang besar dan landasan mesin berukuran besar.

Type V. Semen Portland Tahan Terhadap Sulfat.

Semen portland dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat. Digunakan untuk bangunan yang berhubungan dengan air laut, air buangan industri, bangunan yang terkena pengaruh gas atau uap yang agresif serta bangunan yang selalu berhubungan dengan air tanah yang mengandung garam-garam sulfat dalam presentase yang tinggi.

Disamping jenis-jenis semen tersebut diatas terdapat pula jenis-jenis lain, yang sifat maupun penggunaannya berbeda-beda, diantaranya adalah:

- Semen putih
- Semen alumino
- dan Lain-lain

2.1.2. Agregat

Agregat adalah suatu bahan yang digunakan untuk adukan beton. Dalam penggunaannya agregat halus (pasir) maupun agregat kasar (kerikil atau batu pecah) pada beton adalah sebagai bahan pengisi yang padat. Disamping itu penggunaan agregat juga dapat membantu dalam memperbaiki keawetan serta stabilitas volume dari beton. Ditinjau dari besar butirannya agregat beton di bagi dalam dua bagian, yaitu agregat halus dan agregat kasar.

2.1.2.1. Agregat Halus

Agregat halus (pasir) adalah butiran-butiran mineral keras yang bentuknya mendekati bulat dan uku-rannya sebagian besar terletak antara 0,075 - 5 mm dan kadar bagian yang ukurannya lebih kecil dari 0,063 mm tidak lebih dari 5 %.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Agregat halus juga harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

1. Agregat halus terdiri dari butiran yang tajam dan keras. Butiran-butiran agregat halus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca seperti terik matahari dan hujan.
2. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5 % (ditentukan terhadap berat kering). Yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0,063 mm. Apabila kadar lumpur melampaui 5 % maka agregat halus harus dicuci.
3. Agregat halus 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 adukan tersebut pada unsur 7 dan 28 hari tidak kurang dari 95% dari kekuatan adukan agregat yang sama tetapi dicuci hingga bersih dengan larutan 3% NaOH yang kemudian dicuci hingga bersih dengan air, pada umur yang sama.
4. Angka kehalusan Fineness Modulus terletak antara 2,2 - 3,2, bila diuji memakai rangkaian ayakan dengan mata ayakan berukuran berturut-turut 0,16 - 0, 315 - 0, 63-1,25-25-10-5 mm dengan fraksi yang lewat ayakan 0,3 mm minimal 15 % berat.
5. Pasir laut tidak boleh dipakai sebagai agregat halus untuk semua mutu beton, kecuali dengan petunjuk-petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang diakui.

Tabel 2.1. Batasan-batasan gradasi agregat halus menurut BS 882 bagian 2 : 1973.

Ukuran Saringan (mm)	Persentase berat yang lolos saringan			
	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4
10,00	100	100	100	100
5,00	90- 100	90- 100	90 - 100	95 - 100
2,36	60- 95	75- 100	85 - 100	95 - 100
1,18	30- 70	55- 90	75 - 95	90 - 100
0,60	15- 34	35- 59	60 - 79	80 - 100
0,30	5 - 20	8- 30	12 - 40	5 - 50
0,15	0 - 10	0- 10	0 - 10	0 - 15

Sumber : Bahan Praktek Beton, Edisi Keempat, L.J Mur dock K.M Brook, Penerbit Erlangga.

3.2.2. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah agregat yang mempunyai ukuran besar butiran tertahan pada saringan No. 4. Agregat kasar untuk beton dapat berupa kerikil sebagai desintegrasi alami dari batuan-batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan batu.

Tabel 2.2. Batas-batas gradasi agregat kasar menurut BS 882 : bagian 2 : 1973.

Ukuran saringan (mm)	Persentase berat yang lolos saringan		
	Ukuran nominal dari agregat yang gradasi		
	40 – 5	20 – 5	14 – 5
75,0	100	-	-
63,0	-	-	-
37,5	95 - 100	100	-
20,0	35 - 70	95 – 100	100
14,0	-	-	90 – 100
10,0	10 - 40	30 – 60	50 – 85
5,0	0 - 5	0 – 10	0 – 10
2,36	-	-	-

Sumber : Bahan dan Praktek Beton Edisi, L.J Murdock K.M. Brook, Penerbit Erlangga.

Sesuai dengan syarat-syarat pengawasan mutu agregat untuk berbagai-bagai mutu beton, maka agregat kasar harus memenuhi syarat sebagai berikut:

1. Agregat kasar terdiri dari butiran-butir yang keras tidak berpori. Agregat kasar tidak mengandung butir-butir pipih hanya dapat dipakai, apabila jumlah butir-butir pipih tersebut tidak melampaui 20% dari berat seluruhnya. Butir-butir agregat kasar harus bersifat kekal.
2. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1 % (ditentukan terhadap berat kering). Apabila kadar lumpur melampaui 1 % maka agregat kasar harus dicuci.
3. Kekerasan dari butir-butir agregat kasar diperiksa dengan mesin Los Angeles yang mana tidak terjadi kehilangan lebih dari 50 %.
4. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang reaktif alkali karena dapat merusak beton.

5. Besar butir agregat maksimum tidak boleh dari pada seperlima jarak terkecil antara bidang-bidang samping dari cetakan, sepertiga dari tebal pelat atau tiga perempat dari jarak bersih minimum diantara batang-batang atau berkas-berkas tulangan. Penyimpangan dari pembatasan ini diijinkan, apabila menurut penilaian pengawasan ahli, cara-cara pengecoran adalah sedemikian rupa hingga menjamin tidak terjadi sarang-sarang kerikil.

2.1.3. Air

Pengikat serta pengerasan semen merupakan proses-proses kimia yang terjadi dengan perantara air. Proses ini akan berlangsung baik, apabila dipakai air yang memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

1. Air untuk pembuatan dan perawatan beton tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam, bahan-bahan organis atau bahan-bahan lain yang merusak beton dan atau tanpa tulangan. Dalam hal ini sebaiknya dipakai air bersih yang dapat diminum.
2. Apabila terdapat keragu-raguan mengenai air dianjurkan untuk mengirimkan contoh air tersebut ke lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang diakui untuk diselidiki sampai beberapa jauh air itu mengandung zat-zat yang dapat merusak beton atau tulangan.
3. Apabila pemeriksaan contoh air seperti tersebut diatas itu tidak dapat dilakukan, maka dalam hal adanya keragu-raguan mengenai air harus diadakan percobaan perbandingan antara kekuatan tekan mortar semen + pasir dengan memakai air itu dan dengan memakai air suling. Air tersebut dianggap dapat dipakai apabila kekuatan tekan mortar dengan memakai air suling. Air

tersebut dianggap dapat dipakai, apabila kekuatan tekan mortar dengan memakai air pada umur 7 dan 28 hari, paling sedikit adalah 90 % dari kekuatan tekan mortar dengan memakai air suling pada umur yang sama.

2.2. Metodologi Perencanaan Campuran Beton

Perencanaan campuran beton adalah suatu cara untuk menentukan perbandingan bahan-bahan campuran beton sedemikian, sehingga untuk keadaan-keadaan tertentu dihasilkan beton dengan sifat-sifat yang disyaratkan dengan efisien.

Tahap-tahap permulaan dalam perencanaan campuran beton meliputi tiga hal sebagai berikut:

1. Dari kekuatan tekan karakteristik yang direncanakan, diperkirakan kekuatan tekan rata-rata yang direncanakan.
2. Dari ketentuan-ketentuan tentang semen agregat, tentukan pula sumber-sumber bahan yang cocok untuk pekerjaan beton yang dilaksanakan.
3. Setelah itu, ditentukan sifat pengerjaan beton sesuai dengan pekerjaan pembetonan yang dihadapi, dengan menentukan nilai slump yang cocok.

Terdapat banyak metode perencanaan campuran beton, salah satu diantaranya adalah metode DOE (Departement of the Envoronment), yaitu metode yang bersumber dari Inggris. Metode ini bersumber pada dasar-dasar hubungan antara proporsi campuran bahan-bahan beton dengan sifat-sifat beton dalam sistim ukuran berat. Hubungan tersebut adalah :

1. Hubungan antara kandungan air dengan kelecakan/kekentalan dari beton muda untuk suatu campuran bahan, maka nilai kecelakaannya merupakan

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)29/8/23

fungsi dari kandungan airnya atau dengan perkataan lain nilai kelecakan itu tidak tergantung pada jumlah semen yang dipakai dan f.a.s yang dipilih.

2. Hubungan antara f.a.s dengan kekuatannya.

Untuk suatu campuran bahan, maka kekuatan beton yang dihasilkan merupakan fungsi dari perbandingan air bebas dengan semen. Jadi kekuatan beton bebas dari masalah kandungan dalam beton dengan jumlah semen yang dipakai.

Kedua hubungan ini akan memungkinkan untuk menentukan nilai kelecakan dan kekuatan beton terlepas dari pengaruh-pengaruh faktor-faktor lainnya, yaitu hanya dengan memilih kandungan air bebas yang sesuai dengan kelecakan yang diinginkan dan kemudian menentukan jumlah semen dengan kelecakan dan f.a.s yang diperlukan untuk mendapatkan kekuatan beton yang direncanakan.

Langkah-langkah Perencanaan.

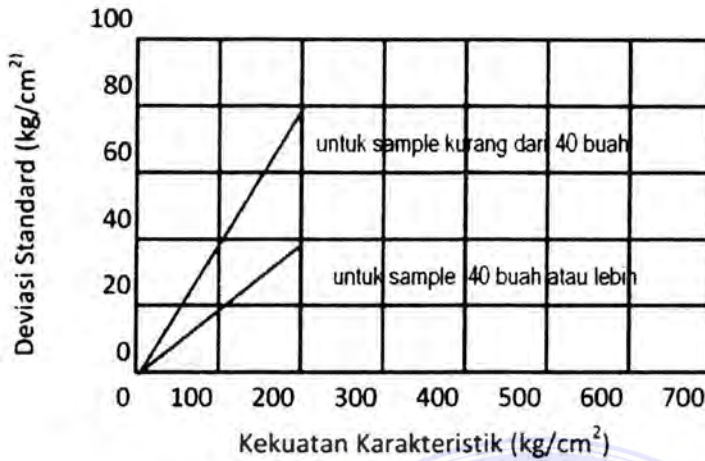
Langkah-langkah perencanaan banyak dibantu dengan grafik dan tabel-tabel. Disamping itu juga dilengkapi dengan rumus-rumus.

1. Menentukan faktor air semen (f.a.s)

Faktor semen adalah perbandingan banyaknya air terhadap banyaknya semen dalam adukan beton.

- Dengan grafik 1, tentukan nilai deviasi standart (s), sesuai mutu beton yang direncanakan (σ_k) dan jumlah benda uji yang dibuat.

Grafik II.1. Hubungan antara deviasi standart dengan kekuatan karakteristik.



Sumber : Teknologi Bahan 3, TEDC Bandung, Edisi 1983.

- Sesuai dengan hitungan PBI, maka dari beton-beton yang dihasilkan untuk mendapatkan mutu yang direncanakan hanya boleh terdapat 5% yang tidak memenuhi mutu, Untuk 5 % tersebut akan didapat konstanta (K) sebesar 1,64.
 - Dengan S dan K, dihitung nilai tambah (M)
- $$M = S \cdot K$$
- Hitungan rencana kekuatan tekan beton rata-rata ($\bar{a}r$):
- $$\bar{a}r = \sigma k + M$$
- Kemudian dengan tabel 3, cari kekuatan tekan beton untuk 28 hari, sesuai dengan jenis semen dan agregat kasar yang digunakan ($\bar{a}a$) berdasarkan f.a.s = 0,5.

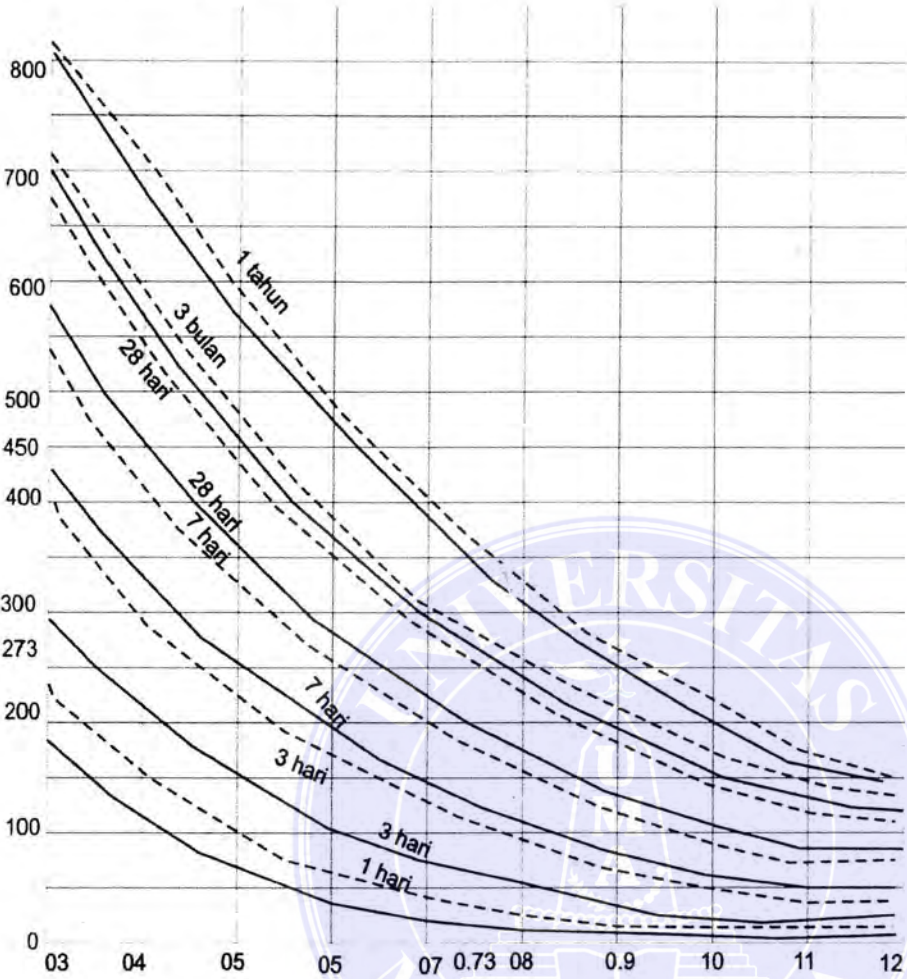
Tabel 2.3. Kekuatan tekan beton berdasarkan f.a.s = 0,5

Jenis semen	Jenis agregat	kekuatan tekan (kg/cm ²) umur			
		3	7	28	91
Semen Portland Biasa S.550	Kerikil	200	280	400	460
	Batu Pecah	230	320	450	530
Semen Portland Biasa S.475	Kerikil dan Batu Pecah	130	190	310	420

Sumber : Teknologi Bahan 3, TEDC Bandung, Edisi 1983.

- Hasil yang didapat dari tabel 3, ditempatkan pada grafik 2, demikian pula nilai σ . Melalui σ tarik garis horisontal hingga memotong garis vertikal dengan f.a.s 0,5. Kemudian lukis grafik sejajar sampai memotong garis horisontal yang melalui nilai σ . Dari titik potong itu tarik garis ke absis yang menyatakan perbandingan faktor air bebas semen.

Grafik II.2. Hubungan antara kekuatan tekan dan faktor air bebas semen



Sumber : Teknologi Bahan 3. TEDC Bandung, Edisi 1983.

Bandingkan dengan faktor air bebas semen yang didapat dengan batasan-batasan raaksimum yang diizinkan pada tabel 4, dan gunakan nilai yang terkecil dari keduanya.

Tabel 2.4. Jumlah semen minimum dan nilai faktor air semen maksimum.

Uraian	Jumlah Semen minimum per m ³ beton (kg)	Nilai factor air semen maksimum
Beton di dalam ruang bangunan		
a. Keadaan keliling non korosif	275	0,60
b. Keadaan keliling korasif disebabkan oleh kondensasi atau uap-uap korosif	325	0,52
Beton di luar ruang bangunan :		
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton yang masuk ke dalam tanah :		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. Mendapat pengaruh sulfat, alkali dari tanah atau air tanah	375	0,52
Beton yang kontiniu berhubungan dengan air :		
a. Air tawar	275	0,57
b. Air laut	375	0,52

Sumber : Teknologi Bahan 3. TEDC Bandung, Edisi 1983.

2. Menentukan Kandungan Air Bebas (KAB).

Dari tabel 2.5, berdasarkan nilai slump, diameter maksimum kasar dan jenis agregat, tentukan kadar air bebas.

Tabel 2.5. Perkiraan air bebas yang dibutuhkan untuk berbagai tingkat sifat pengerjaan.

Slump (mm)		0-10	10-30	30-60	60-180
Ukuran Maksimum agregat (mm)	Jenis Agregat	Kadar air bebas (kg/m ³)			
10	Alami Batu Pecah	150 180	180 205	205 230	225 250
20	Alami Batu Pecah	135 170	160 190	180 110	190 225
40	Alami Batu Pecah	115 155	140 175	160 190	175 205

Sumber : Teknologi Bahan 3, TEDC Bandung, Edisi 1983.

Bila digunakan agregat kasar dan agregat halus yang jenisnya berbeda, seperti batu pecah digabungkan dengan pasir alami, maka nilai air bebas yang diperbolehkan dari tabel diatas, dapat dihitung dengan menggunakan

rumus:

$$KAB = 2/3 Wh + 1/3 Wk$$

dimana:

Wh = Kadar air agregat halus yang bersangkutan.

Wk = Kadar air bebas agregat kasar yang bersangkutan.

3. Menentukan Kandungan Semen (KS)

Banyaknya semen yang diperlukan dihitung dengan rumus ;

$$KS = \frac{KAB}{f.a.s}$$

Hasil yang didapat dari rumus diatas dibandingkan dengan jumlah semen minimum yang ada pada tabel 4, jika hasilnya lebih kecil dari batasan minimum yang terdapat pada tabel 4, maka harga minimum yang harus diambil.

4. Menentukan Kandungan Total Agregat (KTA).

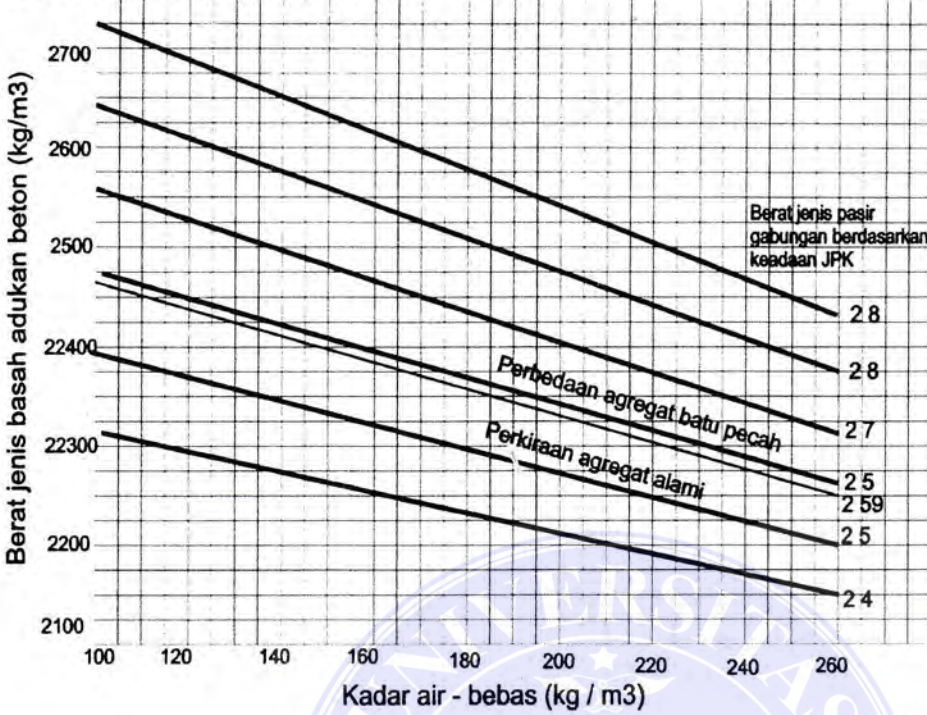
- Dengan berat dari agregat (halus dan kasar) dalam keadaan jenuh permukaan kering dan proporsi agregat (halus dan kasar), tentukan berat jenis dan agregat

gabungan dengan rumus :

Berat agregat gabungan SSD = (% agregat halus terdapat agregat gabungan X berat jenis agregat kasar).

- Dari grafik II.3, dengan kandungan air bebas dan berat jenis agregat gabungan dalam keadaan jenis permukaan kering, tentukan berat jenis basah adukan beton (D).

Grafik II.3. Berat Jenis beton Basah



Sumber : Teknologi Bahan 3. TEDC Bandung, Edisi 1983.

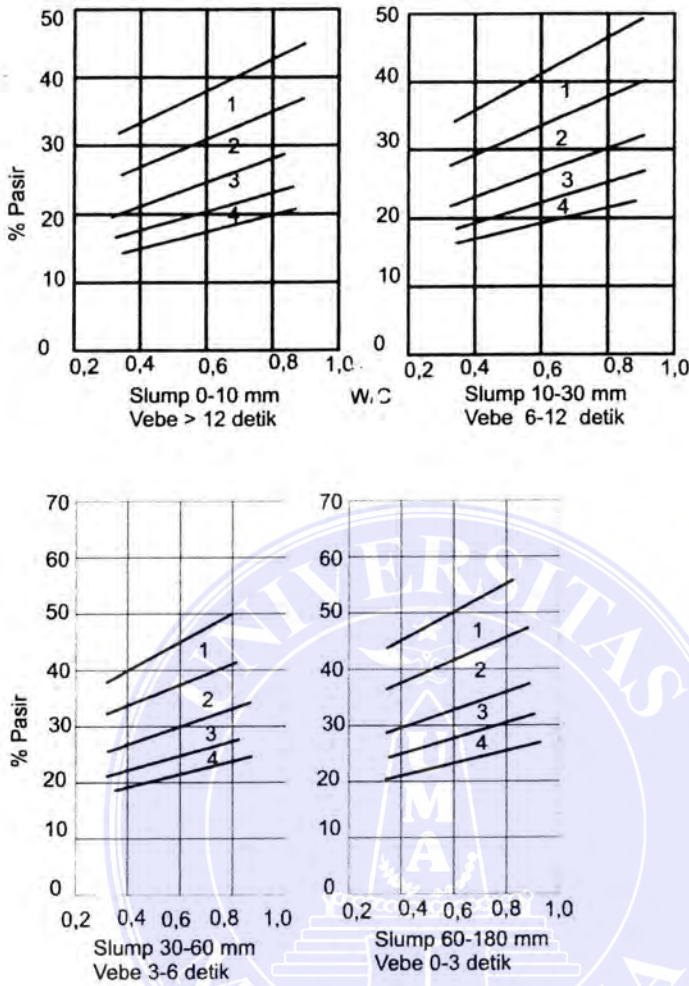
5. Menentukan Kandungan Agregat Halus dan Agregat Kasar (KAH dan KAK).

- Dari grafik 4, diameter maksimum agregat, nilai slump, zone agregat halus dan f.a.s, dapatkan proporsi agregat halus (PAH).

$$KAH = KTA \times PAH$$

$$KAK = KTA - KAH$$

Grafik II.4. Proporsi agregat halus ukuran maximum butiran agregat 40 mm.



Sumber : Konstruksi Beton I, Jilid I, Edisi Keempat Ir. Gunawan T. Ir. Margaret S. Penerbit Delta Teknik Jakarta.



BAB III

PENGUJIAN BAHAN

3. 1. Pengujian Agregat Halus

3.1.1. Kadar Lumpur

1. Tujuan :

- Untuk memeriksa kadar lumpur pasir.

2. Peralatan :

- Saringan No. 16 (1,2 mm) dan No. 200 (0,075 mm).
- Oven

3. Bahan :

- Pasir
- Air

4. Prosedur Pengujian :

- Keringkan pasir di oven dengan suhu $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ sampai berat tetap.
- Setelah dikeringkan, timbang pasir sebanyak 500 gram (A).
- Pasir dicuci dan diremas dalam talam dengan tangan berulang-ulang agar gumpalan lumpur melarut hingga air cucian menjadi jernih.
- Tuangkan air cucian kedalam saringan No. 16 dan No. 200.
- Pasir yang tertahan pada saringan dikeringkan di oven dengan suhu $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ sampai berat tetap.
- Setelah itu, timbang berat pasir (B).

5. Pedoman :

- Agregat halus tidak dibenarkan mengandung lumpur lebih dari 5 %.

$$\text{- Kadar lumpur} = \frac{A - B}{A} \times 100 \%$$

3.1.2. Kadar Organik

1. Tujuan :

Untuk memeriksa kadar organik pada pasir

2. Peralatan :

Botol kaca bening

2. Bahan

- Pasir
- Larutan NaOH
- Warna standard

4. Prosedur pengujian

- Masukkan pasir sebanyak 130 ml ke dalam botol bening lalu isikan larutan NaOH, sehingga volume keduanya menjadi 200 ml.
- Botol dikocok dengan baik lalu didiamkan selama 24 jam.
- Setelah itu bandingkan warna cairan yang ada didalam botol dengan warna standard.

5. Pedoman :

- Apabila warna larutan NaOH di atas sample pasir lebih gelap dari larutan standard, itu menunjukkan pasir mengandung terlalu banyak organik, kecuali apabila dicuci bersih terlebih dahulu.

3.1.3 Gradasi dan Modulus Kehalusan

1. Tujuan :

Untuk menentukan penyebaran butiran (gradasi) pasir dengan menggunakan saringan.

2. Peralatan :

- Timbangan
- Saringan, 9,6 mm - 4,8 mm - 2,4 mm - 1,2 mm - 0,60 mm 0,30 mm - 0,15 mm - 0,075 mm.
- Oven
- Mesin penggetar
- Talam.

3. Bahan :

- pasir

4. Prosedur Pengujian :

- Pasir dikeringkan di oven dengan suhu (110 ± 5) °C sampai berat tetap.
- Timbang pasir sebanyak 500 gram
- Saringan disusun dari yang terbesar hingga yang terkecil, lalu masukkan pasir.
- Kemudian saringan diletakkan pada mesin penggetar dan digetarkan selama 15 menit.
- Setelah selesai penggetaran, timbanglah pasir yang tertahan disetiap saringan.

5. Pedoman :

- Gradasi pasir harus memenuhi zone 1, 2, 3 dan 4 standard Inggris.

- Modulus kehalusan pasir dibagi dalam beberapa kelas, berdasarkan nilai modulus kehalusan, yaitu :

1. Pasir halus ----- Modulus kehalusan 2,20 – 2,60
2. Pasir halus ----- Modulus kehalusan 2,61 – 2,90
3. Pasir halus ----- Modulus kehalusan 2,91 – 3,20

3.1.4. Berat Jenis dan Absorpsi

1. Tujuan :

Untuk menentukan berat jenis dan persentase penyerapan pasir dalam keadaan SSD (Saturated Surface Dry).

2. Peralatan :

- Timbangan
- Piknometer
- Kerucut terapung
- Oven
- Talam
- Desikator

3. Bahan

- Pasir
- Air

4. Prosedur pengujian :

- Keringkan pasir sebanyak 1000 gram di oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ} \text{C}$ sampai berat tetap.
- Pasir direndam selama 24 jam

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

- Setelah direndam 24 jam, tebarkan pasir di atas talam dan keringkan di udara panas sampai kering permukaannya.
- Kemudian masukkan pasir ke dalam kerucut terpancung dalam 3 lapis dengan total tumbukan 25 kali.
- Angkat kerucut terpancung perlahan-lahan ke atas dan periksa bentuk pasir hasil percetakan.
- Keadaan SSD pasir adalah apabila pasir runtuh sedikit tetapi masih dalam keadaan tercetak.
- Segera setelah tercapai keadaan SSD, masukkan 500 gram pasir ke dalam piknometer.
- Masukkan air sampai mencapai 90 % ini piknometer, putar sambil diguncang sampai tidak terlihat gelembung udara didalamnya. Untuk mempercepat proses dapat digunakan pompa hampa udara untuk merebus piknometer.
- Tambahkan air sampai mencapai tanda batas.
- Timbang piknometer yang berisi air dan pasir (A).
- Keluarkan pasir, keringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap, kemudian masukkan ke dalam desikator selama 24 jam lalu timbang beratnya (B).
- Isi kembali piknometer dengan air sampai tanda batas dan timbang beratnya (C).

5. Pedoman :

$$\text{- Berat jenis SSD} = \frac{500}{c + 500 - A}$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)29/8/23

$$\text{- Absorpsi} = \frac{500 - B}{B} \times 100 \%$$

3.1.5. Kadar Air

1. Tujuan :

- Untuk mengetahui kadar air pasir yang ada di lapangan.

2. Peralatan :

- Timbangan
- Oven
- Talam

3. Bahan :

- Pasir

4. Prosedur Pengujian :

- Timbang pasir yang ada di lapangan sebanyak 500 gram (A).
- Kemudian keringkan pasir di oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ} \text{C}$ sampai berat tetap lalu timbang beratnya (B).

5. Pedoman :

$$\text{Kadar air pasir} = \frac{A - B}{B} \times 100 \%$$

3.2. Pengujian Agregrat Kasar

3.2.1. Kadar Lumpur

1. Tujuan :

- Untuk memeriksa kadar lumpur pada batu pecah

2. Peralatan :

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id) 29/8/23

- Timbangan
- Oven
- Talam.
- Saringan No. 16 (1,2 mm) dan No. 200 (0,075 mm).

3. Bahan :

- Batu pecah

4. Prosedur Pengujian :

- Keringkan batu pecah di oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap.
- Setelah dikeringkan, timbang batu pecah sebanyak 1500 gram (A).
- Batu pecah dicuci dan diremas-remas dalam talam dengan tangan berulang-ulang agar gumpalan lumpur melarut hingga akhirnya air cucian menjadi jernih
- Tuangkan air cucian ke dalam saringan No. 16 dan No. 200, usahakan bahan yang kasar tidak ikut tertuang.
- Batu pecah yang tertahan pada saringan dan yang ada dalam talam dikeringkan di oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap
- Setelah itu, timbang berat batu pecah (B)

5. Pedoman :

- Agregat kasar (batu pecah) tidak dibenarkan mengandung lumpur lebih dari 1 %.

- Kadar lumpur = $\frac{A - B}{A} \times 100 \%$

3.2.2. Gradasi dan Modulus Kehalusan

1. Tujuan

- Untuk memeriksa gradasi dan modulus kehalusan agregat kasar (batu pecah).

2. Peralatan

- Timbangan
- Saringan, 76 mm - 38 mm - 19 mm - 9,6 mm - 4,8 mm - 2,4 mm - 1,2 mm - 0,6 - 0,0075 mm.
- Oven
- Mesin penggetar
- Kuas dan sikat
- Talam

3. Bahan :

- Batu pecah

4. Prosedur pengujian :

- Batu pecah dikeringkan di oven dengan suhu $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ sampai berat tetap.
- Timbang batu pecah sebanyak 15 kg.
- Saringan disusun berurutan dari yang terbesar hingga yang kecil, lalu masukkan batu pecah.
- Kemudian saringan diletakkan pada mesin penggetar dan digetarkan selama 15 menit.
- Setelah selesai penggetaran, timbang batu pecah yang tertahan di setiap saringan.

5. Pedoman :

- Gradasi agregat kasar yang baik digunakan untuk membuat beton adalah yang mempunyai nilai modulus kehalusan antara 5,5 - 7,5.

3.2.3. Berat Jenis dan Absorpsi

1. Tujuan :

- Untuk menentukan berat jenis persentase penyerapan batu pecah dalam keadaan SSD.

2. Peralatan :

- Timbangan
- Oven
- Talam
- Kawat keranjang ukuran 3,35 mm kapasitas 5 kg.
- Desikator

3. Bahan :

- Batu pecah

4. Prosedur Pengujian:

- Batu pecah yang tertahan saringan No. 4 diperoleh dari alat pemisah contoh sebanyak 5 kg.
- Cuci benda uji untuk menghilangkan debu atau bahan lain yang melekat pada permukaan
- Kemudian rendam batu pecah kedalam air selama 24 jam
- Keluarkan batu pecah dari dalam air, kemudian dilap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang (SSD), lalu timbang

batu pecah sebanyak 1500 gram (A).

- Masukkan batu pecah ke keranjang, dan guncangkan untuk mengeluarkan udara yang tersekap, lalu timbang beratnya dalam air (B).
- Setelah itu keringkan batu pecah di oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap kemudian masukkan ke dalam desikator selama 24 jam lalu timbang beratnya (C).

5. Pedoman :

- Berat jenis SSD = $\frac{A}{A - B}$

- Absorpsi = $\frac{A - C}{C} \times 100 \%$

3.2.4. Abrasi dengan Mesin Los Angeles

1. Tujuan :

- Untuk memeriksa keausan agregat kasar (batu pecah).

2. Peralatan :

- Mesin Los Angeles
- Timbangan
- Oven
- Saringan No. 12 (diameter 1,68 mm)
- Bola baja berdiameter 46, 8 mm sebanyak 12 buah

3. Bahan :

- Batu pecah

4. Prosedur pengujian :

Batas meda dibersihkan dari kotoran yang melekat di permukaannya.

- Sesudah bersih, keringkan batu pecah di dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap.
- Kemudian timbang berat batu pecah dengan susunan butiran;
 - 38 mm - 25 mm = 1250 gram
 - 25 mm - 19 mm = 1250 gram
- Masukkan benda uji dan bola baja sebanyak 12 buah ke dalam mesin Los Angeles, Putar mesin dengan kecepatan 30 sampai 33 rpm sebanyak 500 putaran.
- Setelah selesai pemutaran, keluarkan benda uji dari mesin kemudian saring dengan saringan No. 12.
- Butiran yang tertahan di atasnya di cuci bersih, selanjutnya dikeringkan di oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap dan timbang beratnya (A).

5. Pedoman:

- Pada pemakaian Los Angeles, Persentase kehilangan berat tidak dibenarkan lebih dari 50%.

$$\text{- Abrasi} = \frac{2500 - A}{2500} \times 100 \%$$



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang saya lakukan, maka dapat di simpulkan

1. Untuk Agregat halus (pasir)

Kadar lumpur rata-rata untuk sample Binjai = 1.2 % Kadar lumpur rata-rata untuk sample B Kuis = 2.2 % Kadar lumpur rata-rata untuk sample Patumbak = 5.25 % jadi menurut PBI-NI 1971 yang baik digunakan untuk campuran beton adalah pasir yang memiliki kadar lumpur $< 5\%$ dan menurut sample adalah pasir Binjai dan Batang Kuis.

2. Untuk Agregat kasar (batu pecah)

Kadar lumpur rata-rata untuk sample Binjai = 0,5 %, Kadar lumpur rata-rata untuk sample B. Kuis = 0,65 %, Kadar lumpur rata-rata untuk sample Patumbak = 1,05 % jadi menurut PBI-NI 1971 yang baik digunakan untuk campuran beton adalah batu pecah yang memiliki kadar lumpur $< 1\%$ dan menurut sample adalah batu pecah asal Binjai dan asal Batang Kuis.

3. Kekuatan tekan karakteristik yang memenuhi K-175 hanya diperoleh dari hasil campuran hasil campuran beton pasir binjai dengan batu pecah binjai, pasir patumbak dengan batu pecah binjai, pasir binjai dengan batu pecah batang kuis, pasir batang kuis dengan batu pecah batang kuis, dan pasir batang kuis dengan patumbak.

4. Modulus kehalusan sample Binjai memenuhi persyaratan sebagai bahan campuran beton yang baik, sebab nilai modulus kehalusannya : 2,87 digolongkan kepada kelas pasir sedang.
5. Modulus kehalusan sample Batang Kuis memenuhi persyaratan sebagai bahan campuran beton, sebab nilai modulus kehalusannya : 3,11, maka digolongkan kepada kelas pasir kasar, tetapi membutuhkan semen dan air.
6. Modulus kehalusan sample Patumbak memenuhi persyaratan sebagai beton, sebab nilai modulus kehalusannya : 2,43 digolongkan kepada kelas pasir halus, tetapi terlalu banyak membutuhkan semen,

Pedoman : umumnya agregat halus dibagi atas 3 kelas berdasarkan modulus kehalusannya :

1. Pasir halus Modulus kehalusan = 2,2 - 2,6
2. Pasir sedang Modulus kehalusan = 2,6 - 2,9
3. Pasir kasar Modulus kehalusan = 2,9 - 3,2

5.2. Saran

Setelah melihat hasil-hasil dari pengujian ini maka:

- Agar di hindari pemakaian agregat halus (Patumbak) yang Modulus kehalusannya tergolong kepada kelas pasir halus sebab terlalu banyak membutuhkan semen.
- Dengan demikian harus dicampur dengan sample yang mempunyai modulus kehalusan yang bervariasi agar dapat dicapai keberadaan yang baik untuk campuran tersebut.
- Agar dihindari pemakaian agregat halus (Patumbak) yang mempunyai kadar lumpur lebih dari 5% (ditentukan terhadap berat kering) yang ditetapkan PBI 1971.

Dengan demikian harus diadakan pencucian dan pencampuran agregat halus yang kadar lumpurnya lebih kecil dari 5% (ditentukan terhadap berat kering)

DAFTAR PUSTAKA

Departemen pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Proyek Pengembangan Pendidikan Politeknik, Pusat Pengembangan Pendidikan Politeknik, Teknologi Bahan 2, PEDC Bandung Edisi 1983.

Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Proyek Pengembangan Pendidikan Politeknik, Pusat Pengembangan Pendidikan Politeknik, Teknologi Bahan 3, TEDC Bandung Edisi 1983.

Delta Teknik Group Jakarta, Teori Soal Dan Penyelesaian, Konstruksi Beton I Jilid I

Murdock L.J. dan Brook, K.M, Bahan Dan Praktek Beton, Edisi ke Erapat, Penerbit Erlangga, Jakarta 10420, 1986.

Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971, N1-2, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Direktorat Jendral cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum Dan Tenaga Listrik, Cetakan ke-7 (April 1979)