

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Beton

Beton adalah campuran antara semen Portland atau semen hidrolis yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan tambahan sehingga membentuk masa padat. Dalam suatu perencanaan diusahakan membuat campuran yang ekonomis namun tetap diusahakan untuk mencapai kekuatan yang disyaratkan dan kemudahan dalam pelaksanaan serta keawetannya, oleh karena itu terlebih dahulu harus diketahui sifat-sifat beton tersebut dan bahan-bahan penyusun dari beton tersebut.

2.2. Material Penyusun Beton

Material penyusun beton yang dipakai dalam penelitian ini adalah:

2.2.1. Semen

Semen Portland merupakan bubuk halus yang diperoleh dengan menggiling klingker (yang didapat dari pembakaran suatu campuran yang baik dan merata antara kapur, silika, aluminium dan oksida besi hingga tersinter) dengan batu gips sebagai bahan tambah dalam jumlah yang cukup. Bubuk tadi bila dicampur dengan air selang beberapa waktu dapat menjadi keras dan digunakan sebagai bahan ikat hidrolis.

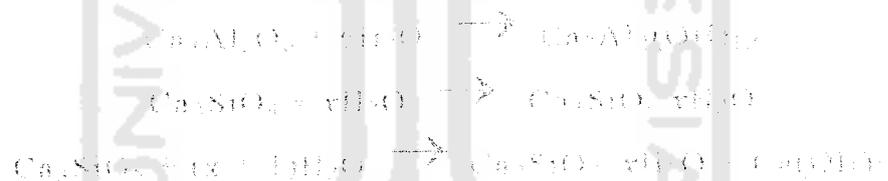
Tabel 2.1. Susunan unsur semen Portland.

Unsur Dasar	Rumus Kimia	% dalam 100
Kalsium	CaO	60 - 65
Silika	SiO ₂	17 - 25
Alumina	Al ₂ O ₃	3 - 8
besi Oksida	Fe ₂ O ₃	0,5 - 6

Tabel 2.2. Senyawa yang terdapat dalam semen Portland

Senyawa	Rumus Kimia
Trikalsium Silikat (C ₃ S)	3CaO.SiO ₂
Dikalsium Silikat (C ₂ S)	2CaO.SiO ₂
Trikalsium Aluminate (C ₃ A)	3CaO.Al ₂ O ₃
Tetrakalsium Aluminat ferrite (C ₄ A.F)	4CaO.Al ₂ O ₃ .Fe ₂ O ₃

Kekuatan beton ditentukan oleh kekuatan partisi air-semen yang telah mengeras serta ikatan dengan agregat yang kuat. Semen tersebut merupakan campuran silikat kalsium dan alumina kalsium yang bila bertemu dengan air terjadi reaksi:



Bahan kimia reaksi, produk hidrasi berukuran sangat halus yang dalam air dibandingkan dengan semen semula. Oleh karena itu, bila terdapat air, reaksi tersebut dapat meliputi permukaan dan presipitasi ulang. Dari reaksi reaksi diatas jelas bahwa semen tidak mengeras karena penguapan akan tetapi oleh karena reaksi hidrasi kalsium. Oleh karena itu beton harus tetap basah untuk membantu penguapan (setting) yang baik dan selama reaksi hidrasi tersebut terjadi pelepasan panas (Lawrence H. Van Hook; Ilmu dan Teknologi Bahan Baku Logam dan Bukan Logam).

Pemrosesan semen secara berkala perlu dilakukan baik yang

masih berbentuk bubuk kering maupun yang butirannya sudah mengeras karena selama penyimpanan, semen tersebut menyerap uap air dari kelembaban sekelilingnya.

Sesuai dengan tujuan pemakaiannya, semen portland dibagi dalam 5 jenis [PUBI - 1982]:

Jenis I : Untuk konstruksi pada umumnya, dimana tidak diminta persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis jenis lainnya.

Jenis II : Untuk konstruksi umumnya terutama sekali bila disyaratkan agak tahan terhadap sulfat dan panas hidrasi yang sedang.

Jenis III : Untuk konstruksi-konstruksi yang menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi.

Jenis IV : Untuk konstruksi-konstruksi yang menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah.

Jenis V : Untuk konstruksi-konstruksi yang menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

2.2.2. Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat ini kira-kira menempati sebanyak 70% volume mortar atau beton. Walaupun namanya hanya sebagai bahan pengisi, akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar atau betonnya. Sifat agregat bukan hanya mempengaruhi sifat beton, akan tetapi juga mempengaruhi ketahanan (*"durability"*, daya tahan terhadap kemunduran mutu akibat siklus dari pembekuan-pencairan).

Agregat dibedakan dalam 2 jenis yaitu agregat halus dan agregat kasar yang didapat secara alami atau buatan.

Agregat yang akan digunakan sebagai bahan campuran beton terlebih dahulu harus diketahui antara lain:

1. Ukuran Maksimum Butir Agregat

Adukan beton dengan tingkat kemudahan pengecoran yang sama atau beton dengan kekuatan yang sama, akan membutuhkan semen yang lebih sedikit apabila dipakai butir-butir kerikil yang besar-besar. Oleh karena itu, untuk mengurangi jumlah semen sehingga biaya pembuatan beton berkurang dibutuhkan ukuran butir-butir maksimum agregat yang sebesar-besarnya. Pengurangan jumlah semen juga berarti mengurangi pengurangan panas hidrasi dan ini berarti mengurangi kemungkinan beton untuk retak akibat susut atau perbedaan panas yang besar. Walaupun demikian besar butir maksimum (ukuran maksimum kerikil) tidak dapat begitu besar, karena ada faktor-faktor lain yang membatasi. Faktor-faktor yang membatasi besar butir maksimum agregat adalah:

- a. ukuran maksimum butir agregat tidak boleh lebih besar dari $3/4$ kali jarak bersih antar baja tulangan atau antara baja tulangan dan cetakan,
- b. ukuran maksimum butir agregat tidak boleh lebih besar dari $1/3$ kali tebal pelat,
- c. ukuran maksimum butir agregat tidak boleh lebih dari $1/8$ jarak terkecil antara bidang-bidang samping dari cetakan.

Dengan pertimbangan tersebut diatas, maka ukuran maksimum agregat umumnya dipakai 10mm, 20mm, 50mm, dan 40mm. Jika tidak dipakai baja tulangan, misalnya untuk pondasi sumuran, ukuran maksimum agregat dapat sebesar 150mm.

2. Gradasi Agregat

Gradasi agregat adalah distribusi ukuran butiran dari agregat. Bila butir-butir agregat mempunyai ukuran yang sama seragam, volume pori akan besar, sebaliknya bila butiranya bervariasi maka volume pori akan kecil. Hal ini karena butiran yang kecil mengisi pori diantara butiran yang lebih besar, sehingga pori-porinya menjadi sedikit, dengan kata lain, kemampuan menjadi linggi. Pada pembuatan mortar atau beton diperlukan suatu butiran dengan kemampuan yang linggi, karena volume pori sedikit dan ini hanya membutuhkan bahan ikat yang sedikit pula. Sebagai pernyataan gradasi dipakai nilai prosentase dari berat butiran yang tertinggal atau lewat didalam suatu ayakan. Susunan ayakan yang digunakan dengan lubang: 76mm, 38mm, 19mm, 9,60mm, 4,80mm, 2,40mm, 1,20mm, 0,60mm, 0,30mm, dan 0,15mm.

3. Bentuk Butiran Agregat

Bentuk butiran agregat lebih berpengaruh pada beton segar daripada setelah beton mengeras. Berdasarkan bentuk butiran agregat dapat dibedakan menjadi:

- a. *agregat bulat*, mempunyai rongga udara minimum 33%. Hal ini berarti mempunyai rasio luas permukaan volume kecil, sehingga hanya memerlukan pasta semen yang sedikit untuk menghasikan beton yang baik, namun ikatan antar butir-butirnya kurang kuat sehingga lekatannya lemah, sehingga tidak cocok untuk beton mutu linggi maupun perkerasan jalan raya.
- b. *agregat bulat sebagian*, mempunyai rongga lebih linggi, yaitu

berkisar antara 35% sampai 38%. Dengan demikian membutuhkan lebih banyak pasta semen untuk mendapatkan beton segar yang dapat dikerjakan. Ikatan antar butir-butir lebih baik daripada agregat bulat, namun belum cukup untuk dibuat beton mutu tinggi.

- c. *agregat bersudut*, mempunyai rongga berkisar antara 38% sampai 40%. Ikatan antar butir-butirnya baik sehingga membentuk daya lekat yang baik. Pasta semen yang dibutuhkan lebih banyak untuk membuat adukan beton dapat dikerjakan, namun baik untuk beton mutu tinggi maupun lapis perkerasan jalan,
- d. *agregat pipih*, adalah agregat yang ukuran terkecil butirannya kurang dari 3/5 ukuran rata-ratanya. Ukuran rata-rata agregat ialah rata-rata ukuran ayakan yang meleloskan dan menahan butiran agregat. Jadi agregat mempunyai ukuran rata-rata 15mm jika lolos pada lubang ayakan 20mm dan tertahan pada lubang ayakan 10mm. Agregat akan dinamakan pipih jika ukuran terkecil butirannya lebih kecil dari $3/5 \times 15\text{mm} = 9\text{mm}$,
- e. *agregat memanjang*, yaitu bila ukuran terbesar (yang terpanjang) lebih dari 9/5 dari ukuran rata-rata.

4. Kebersihan

Agregat pada umumnya tidak bebas dari bahan-bahan yang keberadaannya mungkin memberikan pengaruh yang merugikan terhadap kekuatan beton, kemudahan memperlakukannya, keawetannya, dan permukaan beton yang jelek.

Ditinjau dari akal zara-zar yang berpengaruh buruk tersebut, maka

dapat dibedakan menjadi tiga macam, yaitu:

- a. Zat yang mengganggu proses hidrasi semen, yaitu yang berupa kandungan organik.
- b. Zat yang melapisi agregat, sehingga mengganggu terbentuknya lekatan yang baik antara agregat dan pasta semen.
- c. Butiran yang kurang tahan terhadap cuaca, yang bersifat lemah dan menimbulkan reaksi kimia antara agregat dan pastanya.

5. Kekuatan Agregat

Kekuatan beton tidak lebih tinggi dari kekuatan agregatnya. Oleh karena itu sepanjang kuat lekatan agregat lebih tinggi daripada beton yang dibuat dari agregat tersebut maka agregat tersebut masih dianggap cukup kuat.

Butir-butir agregat dapat bersifat kurang kuat karena dua sebab, yaitu karena terdiri dari bahan yang lemah atau terdiri dari partikel-partikel yang kuat tetapi tidak terikat dengan kuat, jadi bahan ikatnya kurang kuat.

Butir-butir agregat yang lemah yaitu butir agregat yang kekuatannya lebih rendah daripada pasta semen yang telah mengeras, tidak dapat menghasilkan beton yang kekuatannya dapat diandalkan. Akan tetapi untuk butir agregat yang kekuatannya sedang atau cukup akan dapat lebih menguntungkan, karena dapat menyanggah konsentrasi tegangan yang terjadi pada pasta beton selama pembebanan, pembasahan atau pengeringan, pemanasan atau pendinginan. Dengan demikian dapat membantu mengurangi bahaya akibat terjadinya retakan dalam beton.

Sifat-sifat butir yang lemah dan lunak perlu dibatasi jika

ketahanan terhadap abrasi yang kuat dan betonnya diperdutkan. Juga modulus elastisitas agregat penting jika diinginkan nilai modulus elastisitas betonnya baik.

Pengujian kekuatan agregat kasar dapat dilakukan dengan mesin uji aus Los Angeles. Pada cara uji ini contoh butir agregat dimasukkan dalam silinder logam, dengan bola-bola baja untuk memukul, kemudian silinder diputar sehingga butir-butir agregat tersebut terpukul-pukul dan terabras. Persentase jumlah berat agregat yang hancur selama pengujian merupakan ukuran dari sifat-sifat agregat yaitu kekuatan, ketahanan dan ketahanan aus. Dengan mesin aus Los Angeles ini juga dapat digunakan untuk memeriksa adanya bagian butiran yang lunak dalam agregat. Yaitu dengan mengukur banyaknya butir yang pecah pada akhir putaran ke-100 kali yang pertama dibandingkan pada akhir putaran ke-500. Jika butiran yang pecah pada akhir putaran ke-100 sudah lebih dari 20% daripada akhir putaran ke-500, dianggap bagian butir lunak sudah terlalu banyak.

6. Tekstur Permukaan Butiran

Tekstur permukaan ialah suatu sifat permukaan yang tergantung pada ukuran, apakah permukaan butir terdapat halus atau kasar, mengkilap atau kusam. Pada umumnya permukaan butiran hanya disebut kasar, agak kasar, agak licin dan licin. Tetapi berdasarkan pemeriksaan visual butir agregat, tekstur permukaan agregat, dapat dibedakan menjadi:

- a. Sangat halus ("glazy")
- b. Halus

- c. Berbutir ("granular")
- d. Kasar.
- e. Berkristal ("crystalline")
- f. Berpori.
- g. Berlubang-lubang.

Tekstur permukaan tergantung pada kekerasan, ukuran, molekul, tekstur batuan dan juga tergantung pada besaran gaya yang bekerja pada permukaan butiran yang telah membuat licin atau kasar permukaan tersebut.

Bentuk dari tekstur permukaan sangat berpengaruh terhadap:

- a. Daya serapan terhadap air
- b. Kemudahan pengaliran dari beton segar.
- c. Daya lekat antara agregat dengan pasta semen.

Suatu agregat dengan permukaan yang berpori dan kasar lebih baik daripada agregat dengan permukaan yang halus, karena agregat dengan tekstur kasar dapat meningkatkan kekuatan antara agregat dengan semen sampai 1,75 kali dan kuat desak beton dapat meningkat sekitar 20%.

7. Berat Jenis Agregat

Berdasarkan berat jenisnya, agregat dibedakan menjadi tiga macam, yaitu:

- a. *Agregat normal*, yaitu agregat yang berat jenisnya antara 2,5 sampai 2,7 ton/m³. Agregat ini biasanya berasal dari granit, basalt dan kuarsa. Beton yang dihasilkan dari agregat ini mempunyai berat jenis sekitar 2,3 ton/m³ dengan kuat desak antara 150 kg/cm² sampai 100 kg/cm².

- b. *Agregat berat*, yaitu agregat yang mempunyai berat jenis lebih dari 2,8 ton/m³, misalnya magnetit (Fe₃O₄), baritas (BaSO₄), atau serbuk besi. Beton yang dihasilkan dari agregat ini mempunyai berat jenis sampai 8 ton/m³. Agregat jenis ini efektif sebagai dinding pelindung radiasi sinar X.
- c. *Agregat ringan*, yaitu agregat yang mempunyai berat jenis kurang dari 2,0 ton/m³, yang biasanya digunakan untuk beton non struktural. Kelebihan agregat ini adalah berat sendiri yang rendah, sifat lebih tahan api dan sebagai bahan isolasi panas yang lebih baik. Agregat ringan dapat diperoleh secara alami maupun buatan. Agregat ringan alami misalnya "diatomite", "pumice", "vulcanic cinder". Agregat ringan buatan misalnya tanah bakar ("bleached clay"), abu terbang ("interbed flyash") dan busa terak tawar tinggi ("foamed blast furnace slag").

8. Kadar Air Agregat

Kadar air yang ada pada agregat perlu diketahui untuk menghitung jumlah air yang perlu dipakai dalam campuran adukan beton, dan juga untuk menyamakan berat satuan agregat. Kandungan air di dalam agregat dibedakan menjadi beberapa tingkat, yaitu:

- kering mutlak*, benar-benar tidak berair dan ini berarti dapat secara penuh menyerap air.
- kering udara*, butir-butir agregat kering permukaannya tetapi mengandung sedikit air di dalam porinya.
- jenah kering muka*, pada tingkat ini permukaannya tidak

mengandung air tetapi butir-butirnya berisi air sejumlah yang diserap. Dengan demikian butir-butir agregat pada tahap ini tidak menyerap dan tidak menambah jumlah air bila dipakai dalam campuran adukan beton.

- d. *basah*, pada tingkat ini butir-butir agregat mengandung banyak air, baik dipermukaan maupun di dalam butirannya, sehingga bila dipakai untuk campuran akan memberi air.

Dari keempat keadaan tersebut, keadaan senah kering perampakan (*"Saturated Surface Dry, SSD"*) lebih diadkai sebagai ukuran standar, karena

- a. merupakan keadaan kebasahan agregat yang hampir sama dengan agregat dalam beton sehingga agregat tidak akan menambah maupun mengurangi air dalam pasta semen,
- b. kadar air di lapangan banyak yang mendekati keadaan "SSD".

2.2.3. Air

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

Seperti pada reaksi kimia lainnya, semen dan air dikombinasikan dalam proporsi yang tertentu. Untuk semen portland, 1 bagian berat semen membutuhkan sekitar 0,25 bagian air untuk hidrasi. Akan tetapi beton yang mengandung proporsi air yang sangat kecil, menjadi sangat kering dan sangat sukar dipadatkan, oleh karena itu dibutuhkan tambahan air untuk menjadi pelicin campuran agar dapat

dikerjakan. Tetapi penambahan air ini tidak boleh terlalu banyak karena kekuatan beton akan rendah serta batangnya berongga.

Perlu diperhatikan juga syarat-syarat air yang untuk beton. Air yang memenuhi persyaratan sebagai air minum memenuhi syarat pula untuk bahan campuran beton, tetapi air untuk campuran beton tidak harus memenuhi standar persyaratan air minum. Secara umum, air yang dapat digunakan untuk bahan campuran beton ialah air yang bila dipakai akan dapat menghasilkan beton dengan kekuatan lebih dari 90% kekuatan beton yang memakai air sulingan.

Kandungan air yang digunakan dalam campuran beton sebaiknya memenuhi syarat:

- a. Tidak mengandung lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram/liter.
- b. Tidak mengandung garam yang dapat merusak beton (garam, zat organik, dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter.
- c. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter.
- d. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

Untuk air perawatan, dapat juga dipakai air yang untuk pengadukan, tetapi harus air yang tidak mengandung noda atau endapan yang dapat merusak warna permukaan sehingga tidak sedap dipandang. Besi dan zat organik dalam air umumnya sebagai utama pengotoran atau perubahan warna, terutama jika perawatannya cukup lama.

2.3. Kekentalan

Bila beton tidak dipadatkan secara sempurna, sejumlah gelembung udara mungkin terperangkap, dan mengakibatkan rongga

lebih banyak lagi. Beton dengan jumlah volume rengga yang minimal adalah yang terpadat dan terkuat, yaitu dengan menggunakan jumlah air yang minimal konsisten dengan derajat "workability" yang dibutuhkan untuk memberikan kemudahan maksimal.

"Workability" (sifat mudah dikerjakannya) merupakan ukuran dari tingkat kemudahan beton segar untuk diaduk, dituangkan, dituang, dipampatkan dan diratakan. Susutannya yang merupakan salah satu faktor kemudahan pengerjaan "workability", adalah:

- a. gradasi agregat,
- b. bentuk partikel dari agregat,
- c. pengaruh kombinasi dari gradasi dan bentuk,
- d. pengaruh proporsi campuran,
- e. kadar air.

Untuk mengetahui tingkat kekakuan/kekentalan (*consistency*) dari adukan beton yaitu dengan melakukan pengujian "slump". Makin besar nilai "slump" maka akan semakin *softer* adukan betonnya dan semakin mudah dikerjakannya.

Untuk menentukan besarnya nilai "slump", biasanya menggunakan alat kerucut Abrams, yaitu:

1. Corong baja berbentuk kerucut yang bertulang pada kedua ujung. Bagian bawah berdiameter 20 cm.
2. Tongkat baja dengan diameter 16 mm dan panjang 60 cm dengan bagian ujungnya dibulatkan.

Untuk mendapatkan nilai "slump" maka mula corong bola diletakkan di tempat yang rata dan tidak menyerap air, dengan diameter yang besar di bawah dan yang kecil di atas. Adukan beton dimasukkan ke dalam corong tersebut sebanyak seperti dari tinggi

corong, lalu ditusuk-tusuk sebanyak 25 kali dan corongnya dipegang erat-erat agar tidak bergerak. Kemudian proses selanjutnya sama dengan yang pertama sehingga corong tersebut terisi penuh. Penukukan jangan sampai mengenai lapisan yang pertama. Bila adukan yang ketiga telah selesai dituang, lalu permukaan beton diratakan, sama dengan permukaan corong pertama, setelah itu tunggu 60 detik dan corong kerucut ditarik lurus keatas. Setelah penuruan atau adukan beton setelah corong ditarik. Besar penuruan adukan beton tersebut disebut nilai "slump".

Dari penuruan nilai "slump" dapat dibedakan tiga jenis, yaitu:

1. "Slump" sebenarnya,
2. "Slump" geser,
3. "Slump" runtuh.

2.4. Perencanaan Campuran Beton

Perencanaan campuran beton yang dipakai dalam penelitian ini menggunakan metode ACI (*American Concrete Institute*). Adapun perencanaan dengan metode ACI tersebut adalah sebagai berikut:

1. Hitung kuat desak rata-rata berdasarkan kuat desak yang disarankan kuat desak karakteristik dan nilai margin yang tergantung dari tingkat pengawasan mutunya. Nilai margin ialah:

$$m = 1,64 \cdot s_d$$

dengan s_d ialah nilai deviasi standar yang diambil dari tabel

2.3. Kuat desak rata-rata dihitung dari kuat desak yang disarankan ditambah margin:

$$\sigma'_{b1} = \sigma'_{b2} = 10$$

dengan: σ'_{b1} = kuat desak rata-rata, (kg/cm²)

σ'_{b2} = kuat desak yang disarankan, (kg/cm²)

n = nilai tunggal (kg/cm²)

Tabel 2.3. Nilai deviasi standar (kg/cm²)

VOLUME PEKERJAAN	m ³	MUTU PEKERJAAN		
		BAIK SIKAL	BAIK	CEKUP
KECIL	1000	15	15	25
SEDANG	1000 - 10000	15	15	25
BESAR	10000	15	15	25

Atau dengan rumus sebagai berikut:

$$s_d = \sqrt{\frac{\sum (\sigma'_{b1} - \sigma'_{b2})^2}{(N - 1)}}$$

dengan:

s_d = deviasi standar (kg/cm²)

σ'_{b1} = kekuatan tekan beton dari buah uji (kg/cm²)

σ'_{b2} = kekuatan tekan beton rata-rata (kg/cm²)

$$\sigma'_{b2} = \frac{\sum \sigma'_{b1}}{N}$$

N = jumlah seluruh nilai hasil pemeriksaan, jadi jumlah seluruh benda uji yang diperiksa, yang harus diambil minimal 20 buah

2. Tetapkan faktor air semen berdasarkan kuat desak rata-rata pada umur yang dikehendaki (lihat tabel 2.4) dan keawetannya berdasarkan jenis struktur dan kondisi lingkungan (lihat tabel 2.5.) Dari dua hasil dipilih yang paling rendah.

Tabel 2.4. Kuat Desak Beton untuk Berbagai Faktor Air Semen

REKOMENDASI KUAT DESAK BETON UMUR 28 HARI		
FAKTOR AIR SEMEN (FAS)	KEAWETAN AIR ENTRAINED ¹⁾	KEAWETAN AIR ENTRAINED ²⁾
0,360	110 kg/m ³	340 kg/m ³
0,450	120 kg/m ³	280 kg/m ³
0,540	280 kg/m ³	225 kg/m ³
0,630	225 kg/m ³	185 kg/m ³
0,720	175 kg/m ³	140 kg/m ³
0,810	140 kg/m ³	115 kg/m ³

Tabel 2.5. Faktor air semen maksimum

Beton didalam ruangan lembab:	0,6
a. Keadaan keliling non korosif	0,60
b. Keadaan keliling korosif	0,52
Beton diluar ruangan tangkapan:	
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0,60
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0,60
Beton yang masuk kedalam tanah:	
a. Mengalami keadaan basah dan kering bergantian	0,55

0. Mendapat pengaruh sulfur alkali dari tanah atau air tanah	0,02
Beton yang sudah berhubungan dengan air	
a. Air tawar	0,57
b. Air laut	0,82

3. Berdasarkan jenis aplikasinya tetapkan nilai *slump* dan ukuran agregat maksimum, tabel 2.6 dan 2.7.

Pemakaian beton	Maksimum	Minimum
Dinding, plat pondasi dan pondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Pondasi telapak tidak bertulang, kaisan, dan struktur dibawah tanah	10,0	2,5
Pelat, balok, kolom dan dinding	15,0	7,5
Perkerasan jalan	7,5	5,0
Pemertanian masjid	5,0	2,5

Jabel 2.7. Ukuran agregat maksimum

Tinggi maks konst (cm)	Ukuran bulat mm (dalam mm)			Plat beton dengan tulangan rangkai atau tulangan
	Dinding balok beton bertulang	Dinding rak bertulang	Plat beton dengan tulangan berat	
6,25-12,5	12,5-19,6	19,6	19,6-25	19,6-38,1
15,0-27,5	19,6-38,1	38,1	38,1	38,1-76,2
30,0-76,5	38,1-76,2	76,2	38,1-76,2	76,2
76,5 atau lebih	38,1-76,2	150	38,1-76,2	76,2-150

4. Tetapkan jumlah air yang diperlukan, berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai *slump* yang ditunjukkan tabel 2.8.)

Tabel 2.8. Nilai air yang diperlukan tiap m³ adalah beton

Kelas Beton	Kelas Agregat Maksimum 10 mm			Kelas Agregat Maksimum 15 mm			Kelas Agregat Maksimum 20 mm		
	10	15	20	10	15	20	10	15	20
SLUMP (mm)	100	120	140	100	120	140	100	120	140
Nilai Air (kg/m ³)	180	190	200	180	190	200	180	190	200
Nilai Air (liter/m ³)	180	190	200	180	190	200	180	190	200
FAKTOR AIR	0,18	0,19	0,20	0,18	0,19	0,20	0,18	0,19	0,20
FAKTOR AIR	0,18	0,19	0,20	0,18	0,19	0,20	0,18	0,19	0,20
FAKTOR AIR	0,18	0,19	0,20	0,18	0,19	0,20	0,18	0,19	0,20

5. Hitung semen yang diperlukan, berdasarkan hasil langkah 2 dan 4 diatas

Berat semen Jumlah air
 Faktor air semen

6. Tentukan volume agregat kasar yang diperlukan per satuan volume beton berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai modulus kehalusan agregat halusnya (tabel 2.9).

Tabel 2.9. Volume relatif beton yang akan dipakai beton

UKURAN MAKSIMAL KERIKIL (mm)	VOLUME RELATIF SEMENT, AIR, AGREGAT KASAR DAN AGREGAT HALUS			
	2,4	2,6	2,8	3,0
9,50	0,46	0,44	0,42	0,40
12,50	0,53	0,53	0,51	0,49
19,20	0,65	0,63	0,61	0,59
25,00	0,76	0,68	0,66	0,64
38,10	0,76	0,74	0,72	0,70
50,00	0,79	0,77	0,75	0,73
76,00	0,84	0,82	0,80	0,78
150,00	0,90	0,88	0,86	0,84

7. Hitung volume relatif total yang diperlukan, berdasarkan jumlah air, semen, dan agregat kasar yang diperlukan, serta volume yang terpancang dalam volume beton, dengan cara hitungan volume absolut.

7.5. Kuat Desak

Kekuatan tekan beton ditentukan oleh pengaruh dari perbandingan semen, agregat kasar dan agregat halus, air dan

Serbagai jenis campuran. Perbandingan dari air terhadap semen merupakan faktor utama didalam penentuan kekuatan beton, semakin rendah perbandingan air semen, semakin tinggi kekuatan beton. Selain perbandingan air semen, faktor-faktor penting lainnya yang mempengaruhi kuat tekan beton yaitu:

- a. *Jenis semen dan kualitasnya, akan mempengaruhi kekuatan rata-rata dan kuat batas beton.*
- b. *Jenis dan lekuk lekuk bidang permukaan agregat.*
- c. *efisiensi dari perawatan (curing).*
- d. *suhu. Pada umumnya koefisien pemampasan beton bertambah dengan bertambahnya suhu.*
- e. *umur. Pada keadaan normal kekuatan beton bertambah dengan bertambahnya umur.*

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA