

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Review Penelitian Terdahulu

Tabel 2.1 Review Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti Dan Judul penelitian	Universitas Dan Tahun	Tujuan Penelitian	Hasil
1	Fitria Aulia Ramadhani “Perbandingan Kuat Tekan Beton Antara Additive Sikament-NN dan Sikacim Concrete Additive”	Universitas Hasanuddin “2022”	➤ Mengetahui perbedaan waktu penegrasan beton yang dipero;eh akibat pennggunaan bahan tambah berupa <i>sikacim concrete additive</i> dan Sikament-NN dengan tiga presentase variasi berbeda yaitu 0%, 1%, 1,5%, dan 2%. ➤ Membandingkan nilai kuat tekan beton yang dihasilkan akibat adanya penggunaan	Dengan adanya penambahan admixture sikacim concrete addituve dan Sikamen-NN mampu meningkatkan kuat tekan beton. Pada umur beton 28 hari dengan kadar admixture sebanyak 0% memiliki kuat tekan 18,11 MPa, dengan Sikament-NN kadar 1% memiliki kuat tekan 20,11 MPa, dengan kadar 1,5% memiliki kuat tekan 21,75 MPa,

			bahan tambah berupa <i>sikacim concrete additive</i> dan Sikament-NN dengan tiga presentase berbeda yaitu 0%, 1%, 1,5%, dan 2% dengan acuan mutu $f'c$ 20 MPa.	dan dengan kadar 2% memiliki kuat tekan 22,24 MPa. Sedangkan pada Sikacim Concrete Additive kadar 1% memiliki kuat tekan 20,91 MPa, dengan kadar 1,5% memiliki kuat tekan 23,40 MPa, dan dengan menggunakan kadar 2% memiliki kuat tekan 21,58 MPa.
2	Aldi Pramudya Susilo “Pengaruh Penambahan SikaCim Concrete Additive Terhadap Kuat Tekan Beton K-175”	Universitas Medan Area “2022”	➤ Menerangkan presentase optimal dari kandungan <i>sikacim concrete additivie</i> untuk mencapai kuat tekan beton K-175. ➤ Menguji kuat tekan beton akibat pengaruh beberapa variasi <i>sikacim concrete additive</i> pada	➤ Pada presentase 0,4% peningkatan penambahan kuat tekan beton mencapai 42,97%, sedangkan pada variasi 0,85% kuat tekan beton mencapai sebesar 66,99%. Untuk umur 7 hari

			umur 7, 14, dan 28 hari dengan presentase variasi penambahan SikaCim Concrete Additive 0%, 0,4%, dan 0,85%.	➤ Pada presentase 0,4% peningkatan penambahan kuat tekan beton mencapai 24,42%, sedangkan pada variasi 0,85% kuat tekan beton mencapai sebesar 18,55%. Untuk umur 14 hari ➤ Pada presentase 0,4% peningkatan penambahan kuat tekan beton mencapai 37,29%, sedangkan pada variasi 0,85% kuat tekan beton mencapai sebesar 43,69%. Untuk umur 28 hari
--	--	--	--	---

3	Revi Leonita Tandjing “Pengaruh Penambahan <i>“SikaCim Concrete Additive”</i> Terhadap Kuat Tekan Beton K-250”	Universitas Sintuwu Maroso Poso “2023”	Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi pengaruh “SikaCim Concrete Additive” terhadap kuat tekan beton K-250 dengan variasi presentase bahan tambah dalam campuran beton dengan variasi penambahan 0,19% dan 0,28% yang dilakukan pada umur beton mencapai 3, 7, 14, dan 28 hari.	➤ Dengan variasi 0,19% kuat tekan yang dihasilkan pada umur 3 hari adalah 160,56 Kg/cm², umur 7 hari kuat tekan beton yang dihasilkan adalah 222,67 Kg/cm², umur beton 14 hari kuat tekan yang dihasilkan adalah 234,29 Kg/cm², dan pada umur beton 28 hari kuat tekan beton yang dihasilkan adalah 256,90 Kg/cm². ➤ Dengan variasi 0,28% kuat tekan yang dihasilkan pada umur 3 hari adalah 179,75 Kg/cm², umur 7 hari kuat tekan
---	---	---	--	---

				beton yang dihasilkan adalah 239,85 Kg/cm ² , umur beton 14 hari kuat tekan yang dihasilkan adalah 258,38 Kg/cm ² , dan pada umur beton 28 hari kuat tekan beton yang dihasilkan adalah 281,18 Kg/cm ² .
4	Ice Trisnawati dkk “Analisa Kuat Tekan Beton K-300 Dengan Penambahan SikaCim Concrete”	Universitas Palembang “2023”	Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui kuat tekan beton dengan penambahan SikaCim Concrete Additive pada mutu beton K-300.	Nilai Kuat tekan beton yang dihasilkan pada uji kuat tekan beton menggunakan presentase penambahan 2% dapat mencapai kuat tekan beton sebesar 329,33 Kg/cm ² .
5	Mardewi Jamal dkk “Pengaruh Penggunaan	Universitas Mulawarman “2017”	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh bahan	➤ Untuk variasi 0,5% didapat nilai kuat tekan 14,78 MPa pada

	SikaCim Concrete Additive Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Agregat Kasar Bengalon dan Agregat Halus Pasir Mahakam”		tambah SikaCim Concrete Additive terhadap kuat tekan beton menggunakan agregat kasar bengalon dan agregat halus pasir mahakam serta untuk mengetahui presentase optimal SikaCim Concrete Additive pada campuran beton, dengan presentase penambahan 0,5%, 0,7%, dan 0,9% dengan pengurangan kadar air sebesar 15% dari kadar air semula.	umur 7 hari, 22,43 MPa pada umur 14 hari dan 22,54 MPa pada umur 28 hari. ➤ Untuk variasi 0,7% didapat nilai kuat tekan 17,42 MPa pada umur 7 hari, 23,20 MPa pada umur 14 hari dan 23,78 MPa pada umur 28 hari. ➤ Untuk variasi 0,9% didapat nilai kuat tekan 15,54 MPa pada umur 7 hari, 23,19 MPa pada umur 14 hari dan 23,31 MPa pada umur 28 hari.
--	---	--	---	--

2.2 Pengertian Beton

Beton didefinisikan sebagai bahan yang diperoleh dengan mencampurkan agregat halus, agregat kasar, semen portland dan air (Ir. Bambang Sujatmiko, M. T. 2019). Namun dalam SNI (2847:2013) beton didefinisikan sebagai hasil campuran dari semen portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus seperti pasir, agregat kasar seperti batu belah, dan air, dengan atau tanpa bahan tambah (admixture). Adapun bahan air dan semen atau disebut juga pasta semen merupakan bahan yang digunakan sebagai bahan pengikat, sedangkan agregat kasar dan agregat halus adalah sebagai bahan pengisi.

Pada umumnya beton mengandung rongga udara sekitar 1%-2%, pasta semen (semen dan air) sekitar 25% - 40%, dan agregat (agregat halus dan agregat kasar) sekitar 60% - 75%. (Tri Mulyono, 2003). Semakin banyak pori-pori yang mengandung udara, maka akan mengakibatkan kekuatan beton menurun. (Ir. Bambang Sujatmiko, M.T, 2019).

Kualitas material penyusun beton akan sangat mempengaruhi workabilitas atau mutu beton, sehingga bahan material yang digunakan harus memenuhi ketentuan yang ada. Pada umumnya kekuatan tekan beton akan bertambah dengan naiknya umur beton, kekuatan beton akan naiknya secara cepat (linier) sampai umur 28 hari, tetapi setelah itu kenaikannya akan kecil. (Bambang Sujatmiko, 2019).

Pada dasarnya beton memiliki kelebihan dan kekurangan, yaitu :

1. Kelebihan
 - a. Mudah dibentuk sesuai dengan keperluan konstruksi (keadaan segar).
 - b. Memiliki umur rencana yang lama.
 - c. Mampu menahan beban yang tinggi.
 - d. Perawatan yang mudah.
2. Kekurangan
 - a. Bentuk sulit dirubah (keadaan kering).
 - b. Pelaksanaan dan perencanaan membutuhkan ketelitian yang tinggi.
 - c. Biaya yang mahal.

Dalam klasifikasinya beton dibagi menjadi 2, yaitu :

A. Beton non Struktural

Beton non struktural adalah beton yang mempunyai kuat tekan atau mutu yang rendah biasanya beton struktural ini mempunyai kuat tekan dibawah 20 MPa, yang dirancang serta difokuskan pada elemen-elemen konstruksi yang tidak menanggung beban tekanan yang berat dan berfungsi sebagai penunjang beton struktural atau menambah estetika pada pekerjaan konstruksi. Contoh beton non struktural yang sering dijumpai adalah, seperti beton lc (lean concrete) atau lantai kerja, jalan setapak yang ada di taman, serta aplikasi konstruksi yang tidak memerlukan kekuatan tekan yang tinggi.

Meskipun beton struktural tidak dirancang untuk menahan beban berat, namun tetap beton struktural harus tahan terhadap kondisi lingkungan tertentu, seperti kelembaban, cuaca, dan lain lain. Adapun komposisi dari beton struktural ini adalah agregat halus, sedikit agregat kasar atau tanpa agregat kasar, semen dan air.

B. Beton Struktural

Beton struktural adalah jenis beton yang mempunyai kuat tekan yang tinggi yang dirancang untuk mendukung dan menahan beban yang tinggi dalam konstruksi bangunan dan infrastruktur. Beton struktural biasanya memiliki kuat tekan yang lebih dari 20 MPa bahkan dapat mencapai kuat tekan lebih dari 50 MPa. Contoh beton struktural yang sering dijumpai adalah pada pekerjaan konstruksi pondasi, jalan, jembatan, serta konstruksi-konstruksi yang dirancang untuk memikul beban-beban yang berat.

Adapun material yang digunakan pada beton struktural ini adalah campuran dari agregat halus, agregat kasar, semen, dan air serta penambahan atau tidak tulangan besi atau baja. Material-material ini harus memenuhi standar dan spesifikasi tertentu yang mengacu pada SNI (Standar Nasional Indonesia) yang dikeluarkan oleh Kementerian PUPR atau ASTM (American Society for Testing and Materials) yang mana standar-standar acuan ini mencakup kekuatan, durabilitas, dan performa lainnya yang digunakan untuk pembangunan konstruksi dan infrastruktur.

2.3 Bahan Material Penyusun Beton

Bahan material untuk penyusunan beton meliputi semen portland, air, agregat kasar, agregat halus, dan bahan tambah, yang dimana setiap elemen mempunyai fungsi dan pengaruh yang berbeda. Faktor - faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton meliputi bahan penyusun, faktor nilai air semen, gradasi agregat, ukuran maksimum agregat, cara pengerjaan (pencampuran, pengangkutan, pemadatan, dan perawatan) serta umur beton (Tjokrodinuljo, 1996).

2.3.1 Semen Portland

Semen Portland berasal dari bahasa Inggris yaitu “Portland Cement” yang mana nama ini diperkenalkan oleh Joseph Aspdin pada tahun 1824. Semen Portland merupakan bahan material pengikat yang mempunyai sifat hidraulik, yang membantu proses pengikatan antara agregat halus dan agregat kasar dalam campuran beton, bahan dasar pembuatan semen antara lain :

1. Kapur (*Calcium Oxide, CaO*)

Yang berfungsi untuk menyediakan unsur kalsium, yang memiliki peran dalam pembentukan senyawa kalsium silikat, dan kalsium aluminat.

2. Silika (*Silicon Dioxide, SiO₂*)

Yang bersumber dari tanah liat, pasir silika, dan batu pasir. Yang fungsinya memberikan kekuatan pada semen melalui pembentukan kalsium silikat, yang merupakan bagian dari senyawa yang bertanggung jawab atas kekuatan beton.

3. Alumina (*Aluminium Oxide, Al₂O₃*)

Bahan yang berasal dari tanah liat dan bauksit. Yang berfungsi untuk menyediakan unsur aluminium, yang membantu dalam mengurangi suhu pembentukan semen klinker dalam kiln serta berkontribusi terhadap ketahanan semen pada suhu tinggi.

4. Besi Oksida (*Iron Oxide, Fe₂O₃*)

Bahan baku yang mengandung besi seperti hematit atau pirit. Yang bertindak sebagai fluks untuk menurunkan titik lebur bahan mentah serta berperan dalam pembentukan kalsium ferit.

5. Gypsum (*Calcium Sulfate, CaSO₄·2H₂O*)

Merupakan mineral alami yang terdiri dari kalsium sulfat dhidrat. Yang ditambahkan pada clinker (hasil dari pembakaran bahan mentah) untuk mengatur waktu pengerasan semen.

Menurut Ir. Bambang Sujatmiko, MT. (2019) Jika dilihat dari susunan senyawanya, semen portland dibagi menjadi 5 jenis, yaitu :

1. Semen Type I, semen yang dalam penggunaannya tidak secara khusus (pemakaian secara umum). Biasanya digunakan pada bangunan - bangunan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus. Pemakaian semen type I ini umumnya digunakan kontriksi beton pada bangunan :
 - a. Jalan
 - b. Jembatan
 - c. Bangunan beton bertulang
 - d. Tanki, waduk, pipa – pipa batako.

Beton terbuat dari type semen I umumnya memerlukan pengerasan kurang lebih 14 hari sebelum bekisting struktur dapat di buka. Kekuatan rencana beton dicapai setelah dilakukan perawatan selama 28 hari.

2. Semen Type II, mengandung kadar $C_3A < 8 \%$. Semen yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang. Semen ini digunakan untuk bangunan dan kontruksi beton yang selalu berhubungan dengan air kotor, air tanah, atau untuk ppondasi yang tertanam di dalam tanah yang mengandung sulfat dan saluran air limbah atau bangunan yang berhubungan langsung dengan air rawa. Atau semen type II ini biasanya digunakan pada struktur bangunan air atau drainase dengan konsentrasi sulfat tinggi di dalam air tanah.
3. Semen Type III, memiliki kadar C_3S dan C_3A yang tinggi dan butirannya digiling sangat halus sehingga cepat mengalami proses hidrasi. Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan awal yang tinggi dalam fase setelah pengikatan terjadi. Biasanya digunakan pada bangunan–bagunan di daerah yang bertemperatur rendah (musim dingin).

4. Semen Type IV, kadar C3S maksimum 35% dan C3A maksimum 5%. Semen portland ini dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi rendah. Digunakan pada pekerjaan beton dalam volume besar (beton massa) dan masif, misalnya bendungan, pondasi berukuran besar dll.

Di samping tipe semen yang disebutkan diatas terdapat juga semen-semen khusus, seperti:

1. Semen Putih, untuk pekerjaan arsitektur
2. Semen untuk sumur minyak atau gas bumi (*oil well cement*)
3. Semen Kedap Air (*waterproof portland cement*)
4. Semen Plastik (*plastik cement*)
5. Semen Ekspansif (*expansive cement*)

2.3.2 Agregat

Menurut Tjokrodinuljo, K. (2007). Agregat adalah material yang terdiri dari butiran mineral alami atau buatan, yang digunakan bersama-sama dengan bahan pengikat seperti semen untuk membuat beton atau mortar. Adapun fungsi dari agregat adalah untuk memberikan stabilitas dan kekuatan pada struktur beton, serta membantu mengurangi retak dan penyusutan selama proses pengerasan. Hampir 60-75% yang ada dalam volume mortar atau beton diisi oleh agregat. Dalam jenisnya agregat terbagi menjadi 2 jenis yaitu agregat halus dan agregat kasar.

1. Agregat Halus

Agregat halus adalah material dengan ukuran butiran antara 0,075 mm hingga 4,75 mm yang digunakan untuk mengisi rongga antara agregat kasar dalam campuran beton, serta memberikan permukaan halus dan kekuatan beton (Tjokrodinuljo, K. 2007). Dalam SK SNI S-04-1989-F syarat syarat yang harus dipenuhi agregat halus adalah :

- a. Memiliki butiran-butiran yang tajam dan keras.
- b. Butir agregat halus memiliki sifat yang tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca panas dan terik matahari.

- c. Agregat halus tidak mengandung zat organik yang dapat menurunkan kualitas beton.
- d. Agregat halus tidak mengandung kadar lumpur lebih dari 5% apabila melebihi presentase maka harus dicuci.
- e. Nilai modulus halus butir antara 1,5 mm – 3,8 mm dengan variasi butir sesuai gradasi.
- f. Tidak mengandung pasir laut karena mengakibatkan korosi pada tulangan.

2. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah material yang memiliki ukuran butiran lebih dari 4,75 mm dan berfungsi sebagai komponen utama yang menambah volume dan kekuatan beton. (Tjokrodimuljo, K. 2007). Fungsi dari agregat kasar yaitu memberikan kekuatan struktural pada beton, meningkatkan stabilitas campuran pada beton, dan membantu mengurangi penyusutan pada beton. Dalam SK SNI S-4-1989-F syarat-syarat yang harus dipenuhi agregat kasar adalah :

- a. Kerikil atau batu pecah maupun granit harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori. Kadar bagian yang lemah bila diuji dengan goresan batang tembaga maksimum 5%. Kekerasan agregat kasar diperiksa dengan bejana pengujian Rudolf dengan beban pengujian 20 ton.
- b. Agregat yang mengandung butir-butir pipih hanya dapat dipakai apabila jumlah butir-butir pipih tersebut tidak melebihi 20% dari berat agregat seluruhnya.
- c. Sifat kekal, apabila diuji dengan larutan jenuh garam sulfat. Yaitu jika diuji Natrium Sulfat, bagian yang hancur maksimum adalah 12% dan apabila diuji dengan Magnesium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 10%.
- d. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur.
- e. Tidak boleh mengandung zat organik dan bahan alkali yang dapat merusak beton.
- f. Harus mempunyai gradasi yang baik.

2.3.3 Air

Air pada campuran beton memiliki peran gandayaitu sebagai bahan penting dalam reaksi kimia semen sebagai bahan perekat antara agregat halus, dan kasar serta untuk melumasi agregat sehingga memudahkan dalam proses pengerjaan beton.

Menurut PBI 1979, air untuk campuran beton secara umum haruslah air yang dapat di minum, yaitu secara detail air harus terbebas dari minyak, alkali, garam, dan bahan bahan organik yang bisa menurunkan kualitas beton.

Kardiono Tjokrodinuljo, 2007 mengemukakan bahwa fungsi air pada campuran beton adalah digunakan untuk reaksi kimia dalam pengikatan campuran beton sehingga terjadi proses pengerasan beton dan menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat dalam adukan beton sehingga mudah untuk dipadatkan pada saat dituang pada objek yang akan dilakukan pengecoran. Kebutuhan air adalah 25% dari berat semen. Perawatan beton juga harus menggunakan air yaitu dengan cara membasahi beton yang sudah dituang dalam cetakan.

2.3.4 Bahan Tambah

Bahan tambah yang digunakan pada campuran beton disebut juga dengan admixture, yaitu adalah bahan-bahan yang ditambahkan kedalam campuran beton pada saat atau selama pemcampuran berlangsung. Tujuan dari penggunaan bahan ini adalah untuk mengubah sifat beton agar sesuai dengan pekerjaan yang diinginkan atau untuk menghemat biaya.

Bahan tambah ini biasanya diberikan dengan dosis tertentu dengan pengawasan yang ketat, jika bahan tambah ini diberikan secara berlebihan terhadap campuran beton justru akan dapat memperburuk sifat dan mengurangi kuat tekan terhadap beton itu sendiri.

Tujuan dari penggunaan bahan tambah admixture ini adalah :

1. Meningkatkan workability tanpa mengubah baik itu menambah atau mengurangi kadar air.
2. Mengurangi segresi dan bleeding (dalam dosis tertentu).

3. Menghambat atau mempercepat waktu pengerasan beton.
4. Mengurangi nilai slump.
5. Mengurangi atau mencegah secara preventif penurunan atau perubahan volume beton.
6. Mempermudah pengerjaan tanpa mengurangi dan menambah kadar air.
7. Mempercepat laju kekuatan diusia awal beton.
8. Meningkatkan pumpability.

Dalam ASTM C 494-1990, bahan tambah kimia untuk campuran beton dibagi menjadi 7 type yaitu :

1. Type A : *“Water Reducing Admixture”*
Yaitu bahan tambah yang bersifat mengurangi penggunaan jumlah air pada proses pencampuran beton.
2. Type B : *“Retarding Admixture”*
Bahan tambah yang berfungsi menghambat waktu pengikatan beton.
3. Type C : *“Accelerating Admixture”*
Bahan tambah yang berfungsi untuk mempercepat masa waktu pengikatan beton dan pengembangan kekuatan awal beton.
4. Type D : *“Water Reducing and Retarding Admixture”*
Bahan tambah yang memiliki fungsi ganda yaitu mengurangi jumlah pencampuran air yang diperlukan untuk menghasilkan beton yang memiliki konsistensi tertentu serta menghambat pengikatan beton.
5. Type E : *“Water Reducing and Accelerating Admixture”*
Bahan tambah yang berfungsi ganda untuk mengurangi jumlah pencampuran air yang diperlukan untuk menghasilkan beton yang memiliki konsistensi tertentu serta mempercepat pengikatan beton.
6. Type F : *“Water Reducing, High Range Admixture”*
Bahan tambah yang memiliki fungsi ganda yaitu untuk mengurangi jumlah air hingga 12% atau lebih untuk mencapai tingkat workabilitas yang tinggi.
7. Type G : *“Water Reducing, High Range and Retarding Admixture”*

Bahan tambah yang memiliki fungsi ganda yaitu untuk mengurangi jumlah air hingga 12% atau lebih untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan menghambat waktu pengikatan beton.

Dalam penggunaannya bahan tambah ini perlu disesuaikan dengan kondisi lapangan. Biasanya jika pekerjaan dilakukan pada kondisi lapangan yang memiliki suhu yang sangat panas serta kondisi kelembaban yang rendah maka akan digunakan bahan untuk mempercepat waktu pengerasan beton.

2.4 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah kemampuan beton untuk menahan beban tanpa mengalami kehancuran atau keruntuhan ketika beton tersebut diberi tekanan. Untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton yaitu dengan dilakukan pengujian dengan menggunakan mesin uji kuat tekan, dengan cara memberikan beban tekan bertingkat terhadap benda uji hingga benda uji tersebut retak. Benda uji yang digunakan pada uji kuat tekan yaitu berbentuk silinder dan kubus. Hasil nilai kuat tekan yang didapatkan akan dinyatakan dalam satuan MPa atau kg/cm^2 .

Adapun rumus untuk mengetahui hasil kuat tekan beton yaitu dengan memperoleh nilai beban tekan maksimum pada saat benda uji tersebut pecah kemudian dibagi dengan luas penampang benda uji tersebut. Pengujian kuat tekan beton di Indonesia mengacu pada SNI 03-1947-1990.

$$K = \frac{P}{A} \quad \text{persamaan (2.1)}$$

Dimana:

K= Kuat tekan beton (N/mm^2)

P= Gaya tekan (Newton)

A= Luas penampang benda uji (mm^2)

Waktu pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat umur beton mencapai 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Kuat tekan beton akan mencapai level maksimum pada saat umur beton mencapai 28 hari. Pada dasarnya kuat tekan beton

adalah sebagai acuan untuk menentukan mutu atau kualitas suatu material beton. Kuat tekan beton sendiri dipengaruhi oleh pencampuran dari perbandingan penggunaan semen, air, agregat kasar, dan agregat halus. Hal-hal yang mempengaruhi kuat tekan beton adalah sebagai berikut :

1. Sifat agrgegat, yang meliputi gradasi butiran dan ukuran agregat, serta kekerasan agregat yang akan digunakan.
2. Faktor air semen (FAS), adalah perbandingan pencampuran penggunaan jumlah air dengan jumlah semen dalam campuran beton, yang dinyatakan dalam rasio berat. Rasio air semen yang rendah cenderung menghasilkan beton dengan kekuatan yang lebih tinggi, hal ini disebabkan oleh berkurangnya jumlah pori pori dalam beton yang akan meningkatkan kualitas struktural.
3. Perawatan beton (curing), untuk menjaga dan memastikan hidrasi semen agar mencapai kekuatan dan durabilitas atau yang diinginkan.
4. Faktor umur beton, kekuatan beton akan bertambah seiring dengan umur beton tersebut.
5. Kualitas pada jenis semen, setiap jenis semen memiliki laju peningkatan kenaikan kekuatan yang berbeda.

2.4.1 Kuat Tekan Karakteristik

Berdasarkan kuat tekannya beton dapat dibagi dalam beberapa jenis. Di Indonesia kuat tekan beton menggunakan satuan MPa dan kuat tekan beton menggunakan satuan karakteristik yang mengacu pada PBI 1971, yang mana dua-duanya sama-sama dapat di konversikan pada masing masing satuan.

Nilai praktis untuk mutu beton PBI dan SNI yaitu :

1. Faktor konversi benda uji kubus ke silinder = 0,83
2. Konversi satuan MPa ke kg/cm^2 yaitu $1 \text{ MPa} = 1 \text{ N/mm}^2 = 10 \text{ kg/cm}^2$

➤ Apabila benda uji kubus ke silinder (karakteristik ke MPa)

$$\frac{k}{10} \times 0,83 = \dots \text{ MPa} \quad (\text{persamaan 2.2})$$

➤ Apabila benda uji silinder ke kubus (MPa ke Karakteristik)

$$\frac{k \times 10}{0,83} = \dots \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{persamaan 2.3})$$

Dimana :

K = Kuat tekan beton

0,83 = nilai konversi benda uji

10 = nilai konversi luas penampang

Proses pengujian kuat tekan beton mengacu pada SNI kuat tekan beton (PBI 1971 N.I.2) menggunakan benda uji kubus 15 cm x 15 cm x 15 cm, serta (SNI 03-6468-2000, ACI 318, ACI 363R-92) menggunakan benda uji silinder diameter 15 cm, dan tinggi 30 cm.

Tabel 2.2 Kelas Dan Mutu Beton Menurut PBI 1971

Kelas	Mutu	σ'_{bk} (kg/cm ²)	σ'_{bm} dengan $S_d = 46$ (kg/cm ²)	Pemakaian	Pengawasan	
					Mutu agregat	Kekuatan tekan
I	B ₀	—	—	non struktur	ringan	—
II	B ₁	—	—	struktur	sedang	—
	K-125	125	200	struktur	ketat	kontinyu
	K-175	175	250	struktur	ketat	kontinyu
	K-225	225	300	struktur	ketat	kontinyu
III	di atas K-225	di atas 225	di atas 300	struktur	ketat	kontinyu

(Sumber PBI 1971)

Sedangkan menurut (SNI 03-6468-2000, ACI 318, ACI 363R-92) :

1. Beton mutu rendah (low strength concrete) yaitu $f_c' < 20$ MPa.
2. Beton mutu sedang (medium strength concrete) yaitu $f_c' 21$ MPa – 40 MPa.
3. Beton mutu tinggi (high strength concrete) yaitu $f_c' > 40$ MPa.

Berikut adalah daftar tabel konversi mutu beton yang dapat dijadikan acuan untuk menentukan perubahan satuan mutu beton dari satuan K (Karakteristik) menjadi satuan MPa (Megapascal).

Tabel 2.3 Konversi Mutu Beton

Mutu Beton (Kg/Cm ²)	$F_c = K/10 \times 0,83$ (MPa)
K 100	Fc 8.30
K 125	Fc 10.38
K 150	Fc 12.45
K 175	Fc 14.53
K 200	Fc 16.60
K 225	Fc 18.68
K 250	Fc 20.75
K 275	Fc 22.83
K 300	Fc 24.90
K 325	Fc 26.98
K 350	Fc 29.05
K 400	Fc 33.20
K 500	Fc 41.50

2.5 SikaCim Concrete Additive

SikaCim Concrete Additive merupakan salah satu bahan tambah kimia yang di produksi oleh PT Sika Indonesia yang bertujuan untuk mempercepat pengerasan serta mengurangi penggunaan jumlah air dalam campuran beton. *SikaCim Concrete Additive* memiliki pengaruh besar terhadap workability dalam pengerjaan beton.

SikaCim Concrete Additive termasuk bahan kimia type E, *Water Redducing and Accelerating admixture* yang berfungsi untuk mengurangi jumlah campuran air yang diperlukan untuk menghasilkan beton yang memiliki konsistensi tertentu serta mempercepat pengikatan beton.

Menurut PT Sika Indonesia dalam penggunaan sikacim concrete additive ini yaitu memiliki kelebihan yaitu dapat mempercepat proses pengerasan beton, mengurangi jumlah penggunaan air hingga 15%, mengurangi tingkat pengeroposan pada beton serta mempermudah proses pengecoran.



Gambar 2.1 SikaCim Concrete Additive

2.6 Semen Baturaja

Semen Baturaja merupakan produk semen yang diproduksi oleh PT Semen Baturaja Tbk yang terletak di wilayah Kota Baturaja Kabupaten Ogan Komering Ulu Provinsi Sumatera Selatan. Menurut Wikipedia perusahaan ini didirikan pada tahun 1974 sebagai perusahaan patungan antara Semen Padang (55%) dan Semen Gresik (45%). Pada tanggal 15 Oktober 1991, perusahaan Semen Baturaja resmi diambil alih oleh pemerintah yang kemudian menyandang status sebagai perusahaan persero. Pada tahun 2017 PT Semen Baturaja total dapat memproduksi 3,85 juta ton semen per tahun. Pada tahun 2022 Pemerintah resmi menyerahkan mayoritas saham perusahaan ke Semen Indonesia.

PT Semen Baturaja memproduksi 3 tipe semen yaitu:

1. Ordinary Portland Cement (OPC) Tipe I.

Yang merupakan jenis semen yang cocok untuk berbagai macam aplikasi beton dimana syarat syarat khusus tidak dibutuhkan. Yang telah memenuhi syarat-syarat pada peraturan :

- SNI 15-2049-2004
- ASTM C 150-04a
- EN 197-1:2000

2. Ordinary Portland Cement (OPC) Tipe II.

Memiliki kemampuan sebagai material bangunan yang tahan terhadap kandungan asam sulfat sedang (0,10 - 0,20%) dan panas hidrasi bersifat sedang. Dan telah memenuhi syarat-syarat dan peraturan :

- SNI 2049:2015

3. Ordinary Portland Cement (OPC) Tipe V.

Memiliki kemampuan sebagai material bangunan yang tahan terhadap kandungan asam sulfat tinggi (lebih dari 0,2%). Dan telah memenuhi syarat-syarat dan peraturan :

➤ SNI 2049:2015

4. Portland Composite Cement (PCC)

PCC digunakan untuk bangunan-bangunan pada umumnya, sama dengan Semen Portland tipe I dengan kuat tekan yang sama. PCC mempunyai hidrasi yang lebih rendah selama proses pendinginan dibandingkan dengan Semen Portland Tipe I, sehingga pengerjaannya lebih mudah dan menghasilkan permukaan beton/plester yang lebih rapat dan lebih halus. Dan telah memenuhi syarat-syarat dan peraturan :

➤ SNI 15-7064-2004

➤ EN 197-1:2000 (42.5 N&42,5 R)



Gambar 2.2 Semen Baturaja

2.7 Pemeriksaan Agregat

Agregat kasar dan halus merupakan komponen material campuran beton yang jumlahnya paling besar yaitu antara 60-75% dari volume total beton. Karakteristik agregat yang signifikan akan sangat mempengaruhi kualitas kekuatan dan umur beton diantaranya adalah porositas, gradasi/distribusi ukuran, penyerapan air, bentuk dan tekstur permukaan.

Pemeriksaan agregat bertujuan untuk mengetahui karakteristik serta spesifikasi pada agregat yang akan digunakan dalam campuran beton dan mengacu pada aturan-aturan yang berlaku. Pemeriksaan agregat yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah :

2.7.1 Pemeriksaan Kadar Organik Agregat Halus

Kadar organik adalah jenis zat yang merusak yang dapat tercampur sebagai kotoran yang mana ditandai dengan perubahan warna dalam larutan yang dilarutkan pada agregat halus dalam proses pengujian agregat.

2.7.2 Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus

Keberadaan lumpur dalam campuran beton akan menghambat pengerasan pada beton, meningkatnya faktor air semen, ikatan pasta semen dengan agregat dapat berkurang. Dalam kondisi ini akan mengakibatkan pengurangan pada kuat tekan beton, yang pada kondisi lama akan dapat mengakibatkan retak pada proses pengeringan akibat banyaknya material lumpur yang tercampur. (Dr. Anang Kristianto, S.T., M.T. 2023).

Adapun rumus yang dapat digunakan untuk mengetahui kadar lumpur yang terdapat dalam agregat halus adalah :

$$\text{Kandungan Lumpur} = \frac{w_1 - w_2}{w_1} \times 100 = W_3 (\%) \quad \text{persamaan (2.4)}$$

Keterangan :

W1 : Berat pasir sebelum dicuci (gr)

W2 : Berat pasir kering oven setelah dicuci (gr)

W3 : Kadar Lumpur

2.7.3 Analisa Saringan Agregat Kasar dan Agregat Halus

Analisa saringan adalah pengelompokan besar dan kecilnya butir-butir agregat. Agregat kasar dan agregat halus menjadi komposisi gabungan yang ditinjau berdasarkan saringan. Menurut ASTM C33 susunan agregat halus adalah :

Tabel 2.4 Gradasi Agregat Halus

Ukuran Lubang Ayakan (mm)	Presentase Lolos Kumulatif (%)
9,5 (3/8 in)	100
4,75 (No 4)	95-100
2,36 (No 8)	80-100
1,18 (No 16)	50-85
600 (No 30)	25-60
300 (No 50)	10-30
150 (No 100)	2-10

(Sumber ASTM : C33)

Tabel 2.5 Gradasi Agregat Kasar

Size Number	Nominal Size (Sieves with Square Openings)	Amounts Finer than Each Laboratory Sieve (Square-Openings), Mass Percent													
		100 mm (4 in.)	90 mm (3½ in.)	75 mm (3 in.)	63 mm (2½ in.)	50 mm (2 in.)	37.5 mm (1½ in.)	25.0 mm (1 in.)	19.0 mm (¾ in.)	12.5 mm (½ in.)	9.5 mm (¾ in.)	4.75 mm (No. 4)	2.36 mm (No. 8)	1.18 mm (No. 16)	300 µm (No. 50)
1	90 to 37.5 mm (3½ to 1½ in.)	100	90 to 100	...	25 to 60	...	0 to 15	...	0 to 5	...	...	...	...	...	...
2	63 to 37.5 mm (2½ to 1½ in.)	...	...	100	90 to 100	35 to 70	0 to 15	...	0 to 5	...	...	...	...	...	...
3	50 to 25.0 mm (2 to 1 in.)	...	...	...	100	90 to 100	35 to 70	0 to 15	...	0 to 5	...	...	...	...	...
357	50 to 4.75 mm (2 in. to No. 4)	...	...	...	100	95 to 100	...	35 to 70	...	10 to 30	...	0 to 5	...	...	...
4	37.5 to 19.0 mm (1½ to ¾ in.)	...	...	...	...	100	90 to 100	20 to 55	0 to 15	...	0 to 5	...	...	...	...
467	37.5 to 4.75 mm (1½ in. to No. 4)	...	...	...	...	100	95 to 100	...	35 to 70	...	10 to 30	0 to 5	...	...	...
5	25.0 to 12.5 mm (1 to ½ in.)	...	...	...	...	...	100	90 to 100	20 to 55	0 to 10	0 to 5	...	...	...	...
56	25.0 to 9.5 mm (1 to ¾ in.)	...	...	...	...	...	100	90 to 100	40 to 85	10 to 40	0 to 15	0 to 5	...	...	...
57	25.0 to 4.75 mm (1 in. to No. 4)	...	...	...	...	...	100	95 to 100	...	25 to 60	...	0 to 10	0 to 5	...	...
6	19.0 to 9.5 mm (¾ to ¾ in.)	...	...	...	...	...	...	100	90 to 100	20 to 55	0 to 15	0 to 5	...	...	...
67	19.0 to 4.75 mm (¾ in. to No. 4)	...	...	...	...	...	...	100	90 to 100	...	20 to 55	0 to 10	0 to 5	...	...
7	12.5 to 4.75 mm (½ in. to No. 4)	...	...	...	...	...	...	...	100	90 to 100	40 to 70	0 to 15	0 to 5	...	...
8	9.5 to 2.36 mm (¾ in. to No. 8)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 to 100	10 to 30	0 to 10	0 to 5	...
89	9.5 to 1.18 mm (¾ in. to No. 16)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	90 to 100	20 to 55	5 to 30	0 to 10	0 to 5
9 ^A	4.75 to 1.18 mm (No. 4 to No. 16)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 to 100	10 to 40	0 to 10	0 to 5

^A Size number 9 aggregate is defined in Terminology C 125 as a fine aggregate. It is included as a coarse aggregate when it is combined with a size number 8 material to create a size number 89, which is a coarse aggregate as defined by Terminology C 125.

(Sumber ASTM : C33)

2.7.4 Pemeriksaan Kadar Air Agregat

Kadar air agregat adalah perbandingan antara massa air yang dikandung agregat dengan massa agregat dalam keadaan kering oven dan dinyatakan dalam satuan persen (Dr. Anang Kristianto, S.T., M.T 2023). Rumus yang digunakan adalah
$$\frac{\text{Berat agregat Basah} - \text{Berat Agregat Kering}}{\text{Berat Agregat Kering}} \times 100 = \text{Hasil (\%)} \quad \text{persamaan (2.5)}$$

2.7.5 Pemeriksaan Keausan Agregat

Dalam SNI 03-2461-1991 keausan agregat adalah proses penurunan kualitas agregat akibat gesekan antar butir-butir agregat yang terjadi dalam suatu perangkat pengujian tertentu, yang dapat diukur melalui penurunan agregat yang diuji. Dalam SK SNI 03-2641-1991, keausan agregat tergolong sebagai berikut :

1. Jika nilai keausan agregat yang didapat dari hasil pengujian adalah $> 40\%$, maka agregat yang diuji tidak layak untuk digunakan dalam bahan perkerasan jalan.
2. Jika nilai keausan agregat yang didapat dari hasil pengujian adalah $< 40\%$, maka agregat yang diuji layak untuk digunakan dalam bahan perkerasan jalan.

Rumus yang digunakan adalah $= \frac{a-b}{a} \times 100\% = \text{Hasil } (\%)$ persamaan (2.6)

Keterangan :

a : Berat benda uji awal

b : Berat benda uji yang telah diuji yang tertahan pada saringan no. 12.

2.7.6 Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus

Berat jenis adalah perbandingan antara massa agregat halus tersebut dengan volume yang ditempati dalam kondisi tertentu. Berat jenis memiliki arti penting terhadap sifat beton yang akan dibuat. Berat jenis agregat dapat dinyatakan dengan berat jenis curah kering (*bulk*), berat jenis curah pada kondisi kering permukaan (*SSD*), berat jenis semu (*apparent*), dan penyerapan air agregat (*absorption*). Rumus yang digunakan dalam adalah :

$$1. \text{ Berat jenis curah (Bulk)} = \frac{A}{B+S-C} \quad \text{persamaan (2.7)}$$

$$2. \text{ Berat jenis SSD} = \frac{S}{B+S-C} \quad \text{persamaan (2.8)}$$

$$3. \text{ Berat jenis semu} = \frac{A}{B+A-C} \quad \text{persamaan (2.9)}$$

$$4. \text{ Penyerapan air} = \frac{S-A}{A} \times 100\% \quad \text{persamaan (2.10)}$$

Keterangan :

A : Berat benda uji kering oven

B : Berat piknometer + air

S : Berat benda uji jenuh kering permukaan

C : Berat piknometer + air + benda uji

2.7.7 Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar

Berat jenis adalah perbandingan antara massa agregat kasar tersebut dengan volume yang ditempati dalam kondisi tertentu. Berat jenis memiliki arti penting terhadap sifat beton yang akan dibuat. Berat jenis agregat dapat dinyatakan dengan berat jenis curah kering (*bulk*), berat jenis curah pada kondisi kering permukaan (*SSD*), berat jenis semu (*apparent*), dan penyerapan air agregat (*absorption*).

Rumus yang digunakan adalah :

$$1. \text{ Berat jenis curah (Bulk)} = \frac{B_k}{B_j - B_a} \quad \text{persamaan (2.11)}$$

$$2. \text{ Berat jenis SSD} = \frac{B_j}{B_j - B_a} \quad \text{persamaan (2.12)}$$

$$3. \text{ Berat jenis semu} = \frac{B_k}{B_k - B_a} \quad \text{persamaan (2.13)}$$

$$4. \text{ Penyerapan air} = \frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\% \quad \text{persamaan (2.14)}$$

Keterangan :

B_k : Berat kering permukaan

B_j : Berat kering oven

B_a : Berat dalam air

2.8 Perencanaan Campuran Mix Design

Campuran beton merupakan perpaduan antara bahan komposit dengan material penyusunnya. Perencanaan mix design beton bertujuan untuk mengetahui komposisi bahan-bahan material penyusun beton yang direncanakan.

2.8.1 Deviasi Standar

Deviasi standar ditentukan berdasarkan tingkat mutu pelaksanaan yang akan dilakukan di lapangan, nilai deviasi ini digunakan sebagai penentuan margin. Makin baik mutu pelaksanaannya maka semakin kecil nilai deviasi standarnya. Nilai deviasi standar didapatkan dari pengalaman di lapangan selama produksi beton. Jika data uji lapangan untuk menghitung deviasi standar tidak ada, maka dapat langsung ditetapkan nilai margin adalah 12 Mpa (SNI 03-2834-2000).

2.8.2 Nilai Tambah (*Margin*)

Nilai margin dihitung berdasarkan nilai deviasi standar (*s*) yaitu dengan menggunakan rumus :

$$M = 1,64 \times sr \quad \text{persamaan (2.15)}$$

Keterangan :

M : Nilai tambah

1,64 : Ketetapan yang nilainya tergantung pada presentase kegagalan hasil dari benda uji sebesar maksimum 5%

Sr : Deviasi standar rencana.

2.8.3 Kekuatan Tekan Rata-rata (*fc'r*)

Kuat tekan rata-rata dalam beton adalah nilai rata-rata yang diperoleh dari kekuatan beton dalam menahan beban tekan yang diterima yang diukur per satuan luas dengan nilai satuan berat yang dinyatakan dalam satuan Megapascal (MPa). Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui dan menetapkan serta menjadi sumber acuan seberapa kuat beton dalam menerima dan menahan berat beban tekan.

Kuat tekan yang diperoleh menggunakan rumus :

$$F_c'r = f_c'k + m \quad \text{persamaan (2.16)}$$

Keterangan :

$F_c'k$: Kuat tekan karakteristik (Mpa)

f_c' : Kuat tekan rata-rata

m : Nilai tambah

2.8.4 Penetapan Jenis Semen

Dalam proses pekerjaannya setiap jenis atau tipe semen memiliki fungsi yang berbeda-beda sesuai dengan kegunaan dan kebutuhannya. Penetapan jenis semen mengacu pada jenis serta kondisi pekerjaan yang ada di lapangan.

2.8.5 Penetapan Jenis Agregat Halus dan Kasar

Jenis agregat yang digunakan apakah menggunakan pasir alam dengan campuran kerikil, atau menggunakan pasir alam dengan batu pecah.

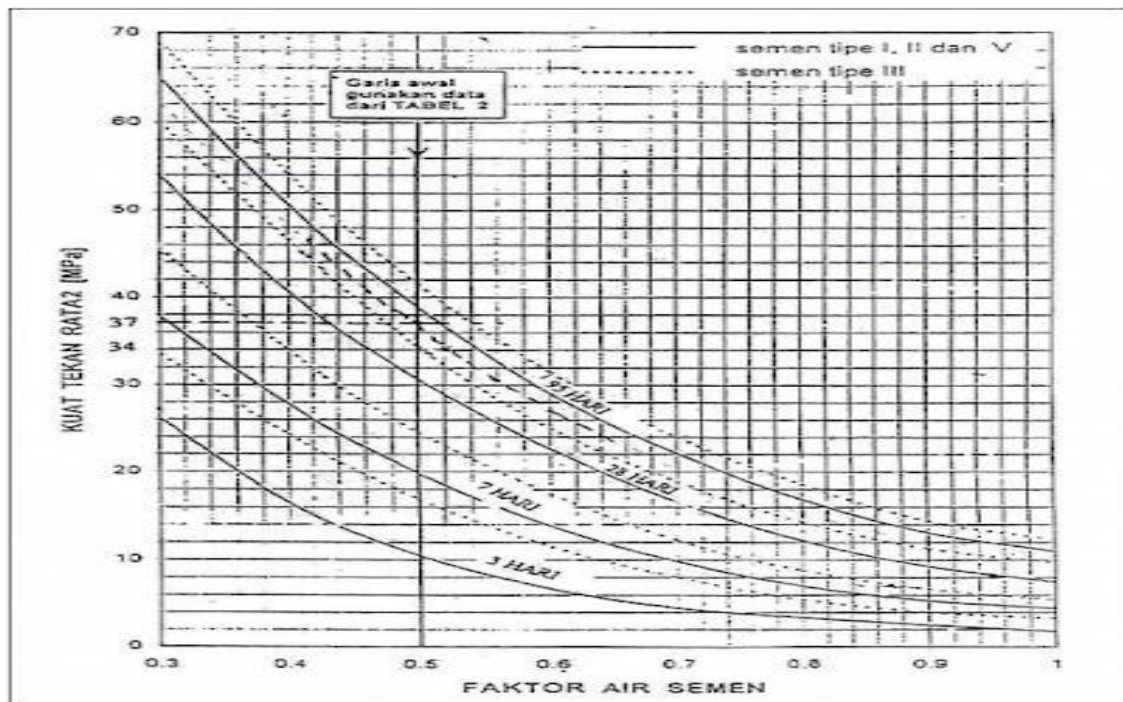
2.8.6 Penetapan Faktor Air Semen

Faktor air semen (FAS) adalah angka perbandingan antara berat air dan berat semen dalam beton. Menentukan nilai FAS yaitu dengan cara menggunakan grafik “hubungan antara kuat tekan beton rata-rata dan faktor air semen berdasarkan benda uji dan jenis semen” adalah sebagai berikut :

Tabel 2.6 Perkiraan Kuat Tekan (MPa) Beton Dengan Faktor Air Semen, dan Agregat Kasar Yang Biasa Dipakai Di Indonesia

Jenis Semen	Jenis Agregat Kasar	Kekuatan Tekan (MPa)					
		Umur (hari)				Bentuk Benda Uji	
		3	7	28	19		
Semen Portland tipe I, II, V	Batu tidak pecah	17	23	33	40	Silinder	
	Batu Pecah	19	27	37	45		
	Batu tidak pecah	20	28	40	48	Kubus	
	Batu pecah	23	32	45	54		
Semen Portland tipe III	Batu tidak pecah	21	28	38	44	Silinder	
	Batu pecah	25	33	44	48		
	Batu tidak pecah	21	31	46	53	Kubus	
	Batu pecah	30	40	53	60		

(Sumber SNI 03-2834-2000)



(Sumber SNI 03-2834-2000)

Gambar 2.3 Hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen (benda uji silinder diameter 15 cm dengan tinggi 30 cm)

Langkah-langkah penetapan FAS dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Menentukan nilai kuat tekan pada umur 28 hari.
2. Melihat grafik baik grafik untuk benda uji berbentuk silinder maupun kubus.
3. Tarik tegak lurus keatas melalui FAS 0,5 sampai memotong kurva kuat tekan yang didapat dari point nomor satu.
4. Tarik lengkung melalui titik pada point ketiga secara proposional.
5. Tarik garis mendatar melalui nilai kuat tekan beton yang ditargetkan sampai memotong kurva baru yang ditemukan pada point keempat.
6. Tarik garis tegak lurus kebawah melalui titik potong tersebut untuk mendapatkan FAS diperlukan.

Beton masuk ke dalam tanah :		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,60
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah	325	0,60

2.8.7 Penentuan Nilai Slump

Tabel 2.8 Pemakaian Nilai Slump Sesuai Jenis Pekerjaan Beton

Jenis Pekerjaan	Maksimum	Minimum
Dinding plat pondasi, dan pondasi tapak bertulang	12,5	5,0
Pondasi tapak tidak bertulang, dan struktur di bawah 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 SNI 03-2834-2000)

2.8.8 Penetapan Butir Agregat Maksimum

Dalam pekerjaan beton normal terdapat 3 pilihan butir maksimum yaitu 40 mm, 20 mm, dan 10 mm. Penetapan ini berdasarkan nilai terkecil dari ketentuan-ketentuan sebagai berikut :

- Seperlima jarak terkecil antara bidang-bidang samping dan cetakan.
- Sepertiga tebal plat.
- Tiga perempat dari jarak bersih minimum diantara batang-batang atau bekas-bekas tulangan.

2.8.9 Menentukan Kadar Air Bebas

Kadar air bebas adalah jumlah air yang dicampur ke dalam beton untuk mencapai konsistensi tertentu, tidak termasuk air yang diserap oleh agregat. Kadar air bebas dapat ditetapkan dari tabel 2.6 dengan menggunakan data dari ukuran agregat maksimum, jenis agregat yang dipakai, dan slump rencana.

Tabel 2.9 Penentuan Kadar Air Bebas Yang Dibutuhkan Untuk Beberapa Tingkat Kemudahan Pengerjaan Adukan Beton

Slump (mm)		0-10	10-30	30-60	60-180
Ukuran besar butir agregat maksimum	Jenis agregat				
10	Batu tidak pecah	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tidak pecah	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tidak pecah	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

(Sumber SNI 03-2834-2000)

Catatan : Koreksi suhu udara :

Untuk suhu diatas 25° C, setiap kenaikan 5° C harus ditambah air
5 liter per m² adukan beton

2.9 Faktor Umur Beton

Nilai kuat beton akan semakin meningkat seiring bertambahnya umur beton. Yaitu ketika beton mulai dicetak, sampai dengan waktu pengujian. Laju kenaikan

kekuatan beton akan naik secara cepat (linier) sampai umur 28 hari, tetapi setelah itu kenaikannya akan kecil. (Ir. Bambang Sujatmiko, MT).

Laju kenaikan umur beton akan sangat bergantung pada bahan material penyusunnya serta penggunaan bahan semen karena semen cenderung secara langsung memperbaiki kinerja tekan beton. Dalam PBI N.I.-2 telah tercantum mengenai perbandingan kekuatan tekan beton normal pada umur tertentu.

Tabel 2.10 Perbandingan Kekuatan Tekan Beton Normal Pada Umur Tertentu.

Umur beton (hari)	3	7	14	21	28	90	365
Semen portland biasa	0,40	0,65	0,88	0,95	1,00	1,20	1,35
Semen portland dengan kekuatan tinggi	0,55	0,75	0,90	0,95	1,00	1,15	1,20

(Sumber. PBI N.I.-2, 1979:34)

2.10 Slump Beton

Slump beton adalah besaran kekentalan atau plastisitas dan kohesif dari beton segar (SNI 03-1972-1990). Slump test bertujuan untuk mengukur tingkat deformasi atau kecerahan beton segar. (Diana Ningrum dkk. 2023). Angka slump mencerminkan tingkat konsistensi dan kemudahan pengelohan campuran beton, semakin tinggi nilai slump maka akan semakin encer beton tersebut.

Nilai slump juga harus sesuai dengan kebutuhan yang ada di lapangan agar beton dapat mencapai hasil yang direncanakan (kuat dan tahan lama). Adapun besaran angka slump sudah diatur dalam SNI 03-2834-2000 yang dapat dilihat pada tabel 2.7.

2.11 Perawatan Beton

Perawatan beton atau juga disebut *curing* dapat dilakukan dengan metode perendaman yang dilakukan setelah 24 jam beton berhasil dicetak. *Curing* beton bertujuan untuk menjaga proses hidrasi semen (reaksi semen dan air), agar proses hidrasi berlangsung dengan sempurna.

Perawatan beton dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu sebagai berikut (Mulyono, 2004) :

- a. Menaruh beton dalam ruangan yang lembab.
- b. Menaruh beton dalam genangan air.
- c. Menaruh beton didalam air.
- d. Menyelimuti permukaan beton dengan air.
- e. Menyelimuti permukaan beton dengan karung basah.
- f. Menyirami permukaan beton secara kontinyu.
- g. Melapisi permukaan beton dengan air dengan melakukan *compound*.

