

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Beton

Beton merupakan ikatan dari material pembentuk campuran semen, air, agregat (halus dan kasar). Beton juga salah satu bahan konstruksi yang telah umum yang banyak digunakan untuk bangunan gedung, jembatan, jalan, dan lain lain.

Menurut Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBBI 1971), beton didefinisikan sebagai bahan yang diperoleh dengan mencampurkan agregat halus, agregat kasar, semen Portland dan air tanpa atau dengan menambahkan *zat aditif*. Menurut Persyaratan Umum Bahan Bangunan Indonesia (PUBI) 1982, beton didefinisikan sebagai bahan yang diperoleh dengan mencampurkan agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), air dan semen Portland atau bahan pengikat hidrolis lain yang sejenis, dengan atau tanpa bahan tambahan lain. Campuran dari agregat halus, air dan semen saja disebut adukan (mortar).

Menurut SNI-2847-2013, beton (*Concrete*) merupakan campuran antara semen portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan campuran tambahan (*Admixture*). Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana ($f'c$) pada usia 28 hari.

Beton dapat diklasifikasikan berdasarkan berat jenisnya (SNI 03-2847-2002), yaitu :

1. Beton ringan dengan Berat jenis $< 1900 \text{ kg/m}^3$
2. Beton normal dengan Berat jenis $2000 \text{ kg/m}^3 - 2500 \text{ kg/m}^3$
3. Beton berat dengan Berat jenis $> 2500 \text{ kg/m}^3$

Campuran bahan-bahan pembentuk beton harus ditetapkan sedemikian rupa, sehingga menghasilkan beton basah yang mudah dikerjakan, memenuhi kekuatan tekan rencana setelah mengeras dan cukup ekonomis. Komposisi unsur pembentuk beton adalah :

- Portland Cement : 7% - 15%
- Agregat Halus : 24% - 30%
- Agregat Kasar : 31% - 50%

- Air : 14% - 21%
- Udara : 0.5% - 8%
- *Chemical* : 0%, 0,65%, 0,85%, 1,05% dan 1,25%.

2.1.1 Kelebihan dan kekurangan beton

Secara umum adapun kelebihan penggunaan beton adalah sebagai berikut :

1. Beton mampu menahan gaya tekan dengan baik, dan mempunyai sifat tahan terhadap korosi.
2. Beton segar dapat dengan mudah dicetak sesuai dengan keinginan.
3. Beton segar dapat disemprotkan pada permukaan beton lama yang retak maupun dapat diisikan ke dalam retakan beton dalam proses perbaikan.
4. Beton segar dapat dipompakan sehingga memungkinkan untuk dituang pada tempat-tempat yang posisinya sulit.
5. Beton tahan aus dan tahan bakar, dan perawatannya lebih murah.

Kekurangan beton adalah sebagai berikut :

1. Beton dianggap tidak mampu menahan gaya tarik, sehingga mudah retak, oleh karena itu perlu diberikan baja tulangan sebagai penahan gaya tariknya.
2. Beton keras menyusut dan mengembang bila terjadi perubahan suhu, sehingga perlu dibuat dilatasi untuk mengatasi retakan-retakan akibat terjadinya perubahan suhu.
3. Untuk mendapatkan beton kedap air secara sempurna, harus dilakukan dengan pengerjaan yang teliti.
4. Beton bersifat getas sehingga harus dihitung dan diteliti secara seksama agar setelah dikompositkan dengan baja tulangan menjadi bersifat daktail, terutama pada struktur tahan gempa.

2.1.2 Sifat - Sifat Beton

Sifat-sifat beton meliputi: mudah diaduk, disalurkan, dicor, didapatkan dan diselesaikan tanpa menimbulkan pemisahan bahan susunan pada adukan dan mutu beton yang disyaratkan oleh konstruksi tetap dipenuhi (Sipil & Brawijaya, n.d.)

Sifat sifat lain beton antara lain:

a. *Durability* (Keawetan)

Keawetan pada beton adalah kemampuan beton bertahan seperti kondisi yang direncanakan sampai waktu yang direncanakan tanpa

adanya perubahan fisik. Pada keawetan perlu diperhatikan dalam pembatasan nilai rasio air dan semen, berat semen dan penyesuaian air terhadap lingkungan (Dwi Poetra 2019).

b. Kuat Tekan

Kekuatan tekan merupakan salah satu kinerja utama beton. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk dapat menerima gaya per satuan luas. Nilai kekuatan beton diketahui dengan melakukan pengujian kuat tekan terhadap benda uji silinder ataupun kubus pada umur 28 hari yang dibebani dengan gaya tekan sampai mencapai beban maksimum.

c. Kuat Tarik

Nilai kuat tarik beton sangat kecil yaitu hanya berkisar 9 % - 15% kuat tekannya. Hal ini akan berakibat keretakan pada beton yang merambat dan berakhir pada keruntuhan beton itu sendiri. Oleh karena itu, diperlukan perkuatan tertentu untuk mencegah keruntuhan tarik beton (Al Huseiny & Nursani, 2020).

d. Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas beton adalah rasio antara compressive dan regangan pada beton, yang umumnya ditentukan oleh kekuatan beton yang berkisar antara 25-50%. Modulus elastisitas pada beton merupakan perbandingan antara tegangan dengan regangan beton yang biasanya ditentukan pada 25-50 % dari kekuatan beton (Al Huseiny & Nursani, 2020).

2.2 Bahan Penyusun Beton

Material yang digunakan pada campuran beton terdiri dari semen, agregat halus, agregat kasar, air dan bahan tambah bila diperlukan. Dalam pembuatan campuran beton, material yang digunakan harus mempunyai kualitas yang baik dan memenuhi syarat yang telah ditentukan sehingga menghasilkan beton yang mempunyai kuat tekan yang tinggi. Material-material yang akan digunakan antara lain.

2.2.1 Semen

Semen Portland adalah semen hidraulis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidraulis, bersama bahan tambahan yang biasanya digunakan adalah gipsum. Klinker adalah penamaan untuk gabungan komponen prosuk semen yang belum diberikan tambahan bahan lain untuk memperbaiki sifat dari semen (SNI 15-2049, 2004).

2.2.2 Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Agregat ini kira-kira menempati 60% - 75% volume beton. Sifat yang paling penting dalam agregat adalah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan, sehingga dapat mempengaruhi ikatannya dengan pasta semen. Agregat ini harus bergradasi sedemikian rupa sehingga masa beton dapat berfungsi sebagai beton yang utuh, homogen dan rapat. Dimana agregat yang berukuran kecil sebagai pengisi celah yang ada diantara agregat yang berukuran besar. Sifat ini mempunyai pengaruh terhadap perilaku dari beton yang sudah mengeras (*Institut Teknologi Nasional*, 2013).

1. Agregat Halus

Agregat halus menurut SNI 03-2847-2002 adalah pasir alam sebagai hasil disintegrasi “alami” dari batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir sebesar $\leq 5,0$ mm. Agregat halus yang digunakan dalam campuran beton dapat berupa pasir alami yang diperoleh langsung dari sungai maupun dari tanah galian, atau pasir yang dihasilkan dari proses pemecahan batu. Agregat halus adalah agregat dengan ukuran butiran lebih kecil dari 4,8 mm. Agregat yang memiliki butiran lebih kecil dari 1,2 mm disebut pasir halus, jika lebih kecil dari 0,075 mm disebut silt, dan jika lebih kecil dari 0,002 mm disebut clay, seperti terlihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Batas Gradasi Agregat Halus

Ukuran Saringan	Persentase Kumulatif Lolos Saringan			
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
	Pasir Kasar	Pasir Agak Kasar	Pasir Halus	Pasir Sangat Halus
1.5" = 38 mm				
3/4" = 19 mm				
3/8" = 9.6 mm	100	100	100	100
No.4 = 4.8 mm	90 – 100	90 – 100	90 – 100	95 – 100
No.8 = 2.4 mm	60 – 95	75 - 100	85 - 100	95 – 100
No.16 = 1.2 mm	30 – 70	55 – 90	75 – 100	90 - 100
No.30 = 0.6 mm	15 – 34	35 – 59	60 – 79	80 – 100
No.50 = 0.3 mm	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 - 50
No.100 = 0.15 mm	0 – 15	0 - 10	0 – 10	0 – 15
No.200 = 0.074 mm				

(Sumber : SNI-2834-2000 hal-12)

2. Agregat Kasar

Agregat kasar menurut SNI 03-2847-2002 adalah kerikil sebagai hasil disintegrasi “alami” dari butiran atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran buiran antara 5 mm sampai 40 mm. seperti terlihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Batas Gradasi Agregat Kasar

Ukuran Saringan	Persentase Lolos Saringan		
	Ukuran Maks. 10 mm	Ukuran Maks. 20 mm	Ukuran Maks. 40 mm
1.5" = 38 mm		100	95 – 100
3/4" = 19 mm	100	95 – 100	35 – 70
3/8" = 9.6 mm	50 – 85	30 – 60	10 – 40
No.4 = 4.8 mm	0 – 10	0 – 10	0 – 5

(Sumber : SNI-2834-2000 hal-12)

2.2.3 Air

Air Dalam pembuatan beton, air menjadi sangat penting, karena air dapat bereaksi dengan semen, yang akan menjadi pasta pengikat agregat. Air juga berpengaruh terhadap kuat tekan beton, karena kelebihan air akan mengakibatkan

beton menjadi bleeding, yaitu air bersama-sama semen akan naik ke atas permukaan adukan beton segar yang baru saja dituang.

Menurut (SNI 03-2847-2002):Persyaratan air sebagai bahan bangunan untuk campuran beton harus memenuhi syarat- syarat sebagai berikut :

- 1) Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan merusak mengandung oli, asam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan beton atau tulangan.
- 2) Air pencampur yang digunakan pada beton prategang atau pada beton yang didalamnya tertanam logam aluminium, termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan.
- 3) Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada beton, kecuali ketentuan berikut terpenuhi:
 - a. Pemilihan proporsi campuran beton harus didasarkan pada campuran beton yang menggunakan air dari sumber yang sama
 - b. Hasil pengujian pada umur 7 dan 28 hari pada kubus uji mortar yang dibuat dari adukan dengan air yang tidak dapat diminum harus mempunyai kekuatan sekurang- kurangnya sama dengan 90% dari kekuatan benda uji yang dibuat dengan air yang dapat diminum. Perbandingan uji kekuatan tersebut harus dilakukan pada adukan serupa.

2.3 Bahan Tambah

Suatu bahan berupa bubukan atau cairan, yang ditambahkan ke dalam campuran beton selama pengadukan dalam jumlah tertentu untuk merubah beberapa sifatnya. (SNI-03-2847-2002-Beton)

Di Indonesia bahan tambahan telah banyak digunakan, manfaat dari bahan tambahan tersebut perlu dibuktikan dengan menggunakan bahan agregat dan jenis semen yang sama dengan bahan yang dipakai di lapangan. Untuk bahan tambahan yang merupakan bahan kimia harus memenuhi syarat yang diberikan dalam ASTM C.494 (*Standard Spesification For Chemical Admixture For Concrete*) (Jamal et al 2017).

Secara umum bahan tambah yang digunakan dalam beton dapat dibedakan menjadi dua yaitu bahan tambah yang bersifat kimiawi (*chemical admixture*) yang ditambahkan saat proses pengadukan dan atau saat pelaksanaan pengecoran (*placing*), sehingga lebih banyak digunakan untuk memperbaiki kinerja pelaksanaan contoh bahannya *water reducing admixtur, superplasticizer, retarder* dan bahan tambah yang bersifat mineral (*additive*) yang ditambahkan pada saat proses pengadukan dilaksanakan, lebih bersifat penyemenan lebih banyak digunakan untuk memperbaiki kinerja kekuatannya contohnya pozzolan, abu terbang, slag dan asap silika.

Menurut standar ASTM. C.494 (1995: .254) dan Pedoman Beton 1989 SKBI.1.4.53.1989 (Ulasan Pedoman Beton 1989: 29), jenis bahan tambah bersifat kimiawi (*chemical admixture*) dapat dibedakan menjadi tujuh tipe bahan tambah, yaitu :

Tipe A “*Water-Reducing Admixtures*” *Water-Reducing Admixtures* adalah bahan tambah yang mengurangi air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu. *Water Reducing Admixtures* digunakan antara lain untuk dengan tidak mengurangi kadar air semen dan nilai *slump* untuk memproduksi beton dengan nilai perbandingan atau rasio faktor air semen yang rendah. Selain itu bahan tambah ini dapat digunakan untuk memodifikasi waktu pengikatan beton atau mortar sebagai dampak perubahan faktor air semen. Zat *additive* tipe A terdiri dari:

a. Mapeplast PT1



Gambar 2. 1 Mapeplast PT1

Mapeplast PT1 adalah bahan tambahan (*admixture*) untuk beton dan mortar yang berfungsi sebagai air-entraining agent, yaitu zat yang

menghasilkan gelembung udara mikro berukuran seragam di dalam campuran beton. Gelembung udara ini berperan untuk meningkatkan ketahanan beton terhadap siklus pembekuan–pencairan (*freeze–thaw*) serta memperbaiki sifat kelecakan (*workability*) dan kemudahan pemompaan, terutama pada beton dengan kadar semen rendah atau campuran yang cenderung kurang kohesif.

Aplikasi: Cocok untuk beton ready mix dan pracetak ringan dapat dilihat pada (Gambar 2.1).

b. Additon H.E.

Pengertian Additon H.E. Additon H.E. adalah bahan tambahan (*admixture*) untuk beton atau semen yang dicampurkan dalam jumlah tertentu untuk meningkatkan performa pengeringan beton..

Tipe: *Water Reducing Admixture*

Fungsi:

1. Mempercepat pengerasan beton
2. Meningkatkan kekuatan awal beton
3. Menjadikan beton lebih kedap air

Aplikasi: Cocok untuk proyek yang memerlukan beton cepat keras dan tahan air dapat dilihat pada Gambar 2.2 dibawah ini :



Gambar 2. 2 Additon H.E.

c. Grolen HP9

Grolen HP9 adalah salah satu produk *admixture* beton buatan PT. Grolen, ditujukan untuk campuran beton berkualitas tinggi, antara lain digunakan dalam beton pracetak (*precast*) ataupun beton siap tuang (*ready*

mix). Produk ini kemungkinan termasuk dalam kategori *superplasticizer* tipe F, yang berfungsi untuk

Tipe: *High Range Water Reducing Admixture*

Fungsi:

1. Mengurangi kebutuhan air dalam campuran beton
2. Meningkatkan *workability* dan kekuatan awal beton
3. Memungkinkan beton memadat dengan sendirinya.
4. Meningkatkan performa aliran pada beton, khususnya untuk beton Self-Compacting Concrete (SCC) maupun beton berkinerja tinggi (*high-performance concrete*).

Aplikasi: Cocok untuk beton pracetak dan proyek yang memerlukan beton berkualitas tinggi dapat dilihat pada Gambar 2.3 dibawah ini :



Gambar 2. 3 GROLEN HP9

d. *HK-3 High Range Water Reducing Admixture*

HK-3 adalah bahan tambahan (*admixture*) cair siap pakai berbasis *naphthalene*, yang dikembangkan oleh PT Far East Conmix Indonesia.

Tipe: *High Range Water Reducing Admixture*

Fungsi:

1. Mengurangi kebutuhan air dalam campuran beton
2. Meningkatkan kekuatan dan *workability* beton
3. Memperbaiki permeabilitas dan karakteristik *finishing* beton

Aplikasi: Cocok untuk beton pracetak dan proyek yang memerlukan beton berkualitas tinggi dapat dilihat pada Gambar 2.4 dibawah ini :



Gambar 2. 4 *HK-3 High Range Water Reducing Admixture*

Tipe B “*Retarding Admixtures*” *Retarding Admixtures* adalah bahan tambah yang berfungsi untuk menghambat waktu pengikatan beton. Penggunaanya untuk menunda waktu pengikatan beton (*setting time*) misalnya karena kondisi cuaca yang panas, atau memperpanjang waktu untuk pematatan untuk menghindari (*cold joints*) dan menghindari dampak penurunan saat beton segar pada saat pengecoran dilaksanakan. Zat additive tipe B terdiri dari:

e. *Grolen GN*

Grolen GN adalah *admixture* beton berbasis naphthalene yang berfungsi sebagai pengurang air pada beton sekaligus memperlambat pengerasan. Sangat cocok digunakan di daerah bersuhu panas.

Aplikasi: Cocok untuk beton pracetak dan proyek yang memerlukan beton berkualitas tinggi dapat dilihat pada Gambar 2.5 dibawah ini :



Gambar 2. 5 *GROLLEN GN*

f. Sika Retarder

Retarder adalah bahan tambahan (*admixture*) beton yang berfungsi memperlambat waktu ikat awal semen tanpa mengurangi kekuatan akhir beton dan meningkatkan workability beton dalam kondisi cuaca panas

Aplikasi: Cocok untuk beton *ready mix* dan proyek dengan waktu pengecoran yang panjang dapat dilihat pada Gambar 2.6 dibawah ini :



Gambar 2. 6 Sika Retarder

g. Fosroc Conplast RP264

Fosroc Conplast RP264 adalah aditif beton berbentuk cair berwarna coklat tua yang terbuat dari lignosulfonat terpilih dan agen penghambat (*retarding agents*). Saat ditambahkan ke campuran beton, produk ini menyebar ke partikel semen, memecah aglomerasi, dan membuat air dalam campuran lebih efektif berfungsi

Aplikasi: Cocok untuk struktur tinggi, seperti Gedung pencakar langit, menara, dan silo dapat dilihat pada Gambar 2.7 dibawah ini :



Gambar 2. 7 Fosroc Conplast RP264

h. Grolen DP

Grolen DP adalah *admixture* beton cair dengan fungsi ganda: memperlambat waktu ikat beton (*retarding*) sekaligus memberikan efek pengurangan air (*water reducing*) yang ringan. Produk ini dikembangkan sesuai dengan ASTM C494-92 Tipe D

Tipe: *Retarder + water reducer*

Aplikasi: Cocok untuk beton readymix Meningkatkan fleksibilitas waktu kerja dan finishing dapat dilihat pada Gambar 2.8 dibawah ini :



Gambar 2. 8 GROLLEN DP

Tipe C “*Accelerating Admixtures*” *Accelerating Admixtures* adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mempercepat pengikatan dan pengembangan kekuatan awal beton. Bahan ini digunakan untuk mengurangi lamanya waktu pengeringan (*hidrasi*) dan mempercepat pencapaian kekuatan beton. Zat additive tipe C terdiri dari:

i. Sika Rapid-1

Sika Rapid-1 adalah *strength/hardening accelerator admixture* (*admixture* percepat pengerasan dan kekuatan) yang bebas klorida dan dirancang untuk meningkatkan kekuatan awal beton tanpa memengaruhi *workability*-nya. Produk ini memenuhi standar ASTM C-494 Tipe C dan EN 934-2 (untuk versi SikaRapid-1

Fungsi:

1. Mempercepat waktu ikat
2. Kekuatan awal tanpa menurunkan *workability*

Aplikasi: Cocok Untuk Beton pracetak (*precast*) Mempercepat proses pembongkaran cetakan dan rotasi cetakan dapat dilihat pada Gambar 2.9 dibawah ini :



Gambar 2. 9 Sika Rapid-1

Tipe D “*Water Reducing and Retarding Admixtures*” *Water Reducing and Retarding Admixtures* adalah bahan tambah yang berfungsi ganda yaitu mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan menghambat pengikatan awal.

Zat additive tipe D terdiri dari:

j. *MasterPozzolith 400N*

MasterPozzolith 400N adalah bahan tambah beton tipe *water-reducing and retarding admixture* yang berfungsi ganda, yaitu mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk mencapai konsistensi beton tertentu serta memperlambat waktu ikat awal beton contoh bahan dapat dilihat pada Gambar 2.10



Gambar 2. 10 MasterPozzolith 400N

Tipe: Kombinasi *water-reducing* dan *retarder*

Fungsi:

1. Meningkatkan hasil akhir beton Menghasilkan beton dengan permukaan akhir yang lebih baik (*improved finish*).
2. Memperpanjang waktu kerja (*workability time*) beton sehingga memudahkan proses pengecoran.
3. Meningkatkan efisiensi proses pencampuran dan pengangkutan beton.

Aplikasi: Cocok untuk memudahkan pengecoran pada elemen struktural yang kompleks, meningkatkan efisiensi pencampuran.

Tipe E “*Water Reducing and Accelerating Admixtures*” *Water Reducing and Accelerating Admixtures* adalah bahan tambah yang berfungsi ganda yaitu mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan mempercepat pengikatan awal.

k. *Grolen CA*

Tipe: Kombinasi *akselerator* + *water reducer*

Fungsi: Untuk pekerjaan cepat dan cuaca dingin

Aplikasi: Cocok untuk mempertahankan kemampuan alir beton dalam waktu yang lebih lama, memudahkan pengecoran pada elemen struktural yang kompleks

Tipe F “*Water Reducing, High Range Admixtures*” *Water Reducing, High Range Admixtures* adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih.

Zat additive tipe F terdiri dari:

l. *Sikament LN*

Sikament LN adalah *admixture* beton jenis *high range water reducing admixture* dan superplasticizer yang sangat efektif—dirancang khusus untuk industri beton pracetak. Produk ini memenuhi persyaratan ASTM C494-92 Type F, yaitu aditif dengan kemampuan mengurangi air campuran secara signifikan ($\geq 12\%$) untuk mencapai konsistensi beton tertentu.

Fungsi:

1. Mengurangi kebutuhan air pencampur hingga $\pm 10\%$
2. Dengan mengurangi air, kekuatan tekan dan durabilitas meningkat
3. Memperlambat waktu pengikatan awal beton, cocok untuk pengecoran massal

Aplikasi: Cocok untuk pengecoran massal, pekerjaan beton di daerah panas, struktur bertulang yang membutuhkan waktu kerja lama dapat dilihat pada Gambar 2.11 dibawah ini :



Gambar 2. 11 *Sikament LN*

m. *SikaCim Concrete Additive*

SikaCim Concrete Additive adalah aditif *high-range water-reducing* atau *superplasticizer* yang sangat efektif dalam meningkatkan *workability* beton serta mempercepat pengerasan. Produk ini dirancang khusus untuk memenuhi kebutuhan industri beton pracetak, terutama untuk pembukaan bekisting lebih cepat dan percepatan kekuatan awal beton.

Fungsi:

1. Mengurangi kebutuhan air pencampur hingga $\pm 10\%$ tanpa menurunkan *workability* beton
2. Karena rasio air/semen lebih rendah, beton jadi lebih padat dan kuat
3. Beton jadi lebih mudah dikerjakan, terutama pada pengecoran manual

Aplikasi: Cocok untuk proyek perumahan, pengecoran manual, pekerjaan kolom sloof, balok, lantai dapat dilihat pada Gambar 2.12 dibawah ini :



Gambar 2. 12 *SikaCim Concrete Additive*

Tipe G " *Water Reducing, High Range Retarding Admixtures*" *Water Reducing, High Range Retarding Admixtures* adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih dan juga untuk menghambat pengikatan beton.

Zat additive tipe G terdiri dari:

n. *Sika Viscocrete 20 HE*

Sika ViscoCrete-20 HE adalah *high-range water reducer* atau superplasticiser cair berbasis *polycarboxylate* yang dirancang untuk meningkatkan fluiditas dan workability beton secara signifikan, sekaligus memungkinkan pengurangan air yang besar. Produk ini sangat cocok digunakan pada kondisi iklim panas dan tropis—menawarkan efisiensi tinggi dalam pekerjaan precast, fast-track, maupun beton self-compacting (SCC)

Tipe: PCE + *Retarder*

Fungsi:

1. Pengurangan air yang tinggi
2. Peningkatan kekuatan awal
3. Retensi workability

Aplikasi: Cocok untuk mempercepat proses produksi elemen beton pracetak, digunakan dalam proyek yang memerlukan waktu pengerjaan singkat dapat dilihat pada Gambar 2.13 dibawah ini :



Gambar 2. 13 *Sika Viscocrete 20 HE*

Dan dalam penelitian ini digunakan bahan tambah chemical yaitu *sikacim concrete additive*. *SikaCim Concrete Additive* adalah obat beton/ *admixture high range water reducing* yang diformulasikan khusus untuk industri beton pracetak; untuk memenuhi kebutuhan pembukaan bekisting lebih cepat dan pencapaian kuat tekan awal lebih tinggi. Memungkinkan penggunaan peralatan pengecoran beton dengan kapasitas penuh. Efektif pada semua rentang dosis yang direkomendasikan, penggunaan bahan tambahan ini akan memberikan efek kenaikan kuat tekan beton sampai sengan 0,5-2% pada usia beton 28 hari dan meningkatkan kekedapan air dalam kandungan beton (Irwansyah 2023).

Bahan tambah yang bersifat kimiawi yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan *SikaCim Concrete Additive* sesuai dengan ASTM C 494-92 Type F. *SikaCim Concrete Additive* digunakan sebagai bahan tambah beton dengan mempercepat waktu pengikatan beton dan lebih mudah dalam pengerjaan. *SikaCim Concrete Additive* ini juga dapat mengurangi air sampai 20% untuk memperoleh beton yang mudah dikerjakan dengan kuat tekan yang lebih tinggi. Dosis yang digunakan pada *SikaCim Concrete Additive* dapat digunakan pada batas pemakaian dosis 0,30% - 2,0% dari total berat semen tergantung pada persyaratan mengenai workability dan kekuatan. Disarankan untuk melakukan *trial mix* untuk menetapkan tingkat dosis yang tepat untuk kebutuhan.

2.4 Pengujian Agregat Halus dan Agregat Kasar

Berdasarkan SNI 03-4804-1998, berat isi agregat adalah berat agregat persatuan isi. Berat isi atau disebut juga sebagai berat satuan agregat merupakan rasio antara berat agregat dan isi/volume.

2.4.1 Pengujian Berat Volum Agregat

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat isi agregat halus, kasar, ataupun campuran. Berat volume agregat didefinisikan sebagai perbandingan antara berat material kering dengan volumenya. Nilai berat volume adalah 1,40 kg/ltr – 1,90 kg/ltr. Berat volume agregat dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\text{Berat Volume Agregat} = W/V \text{ (kg/m}^3\text{)} \quad (2.1)$$

Keterangan :

W = Berat benda uji (kg)

V = Volume mould (m³)

2.4.2 Pengujian Saringan Agregat

Analisa saringan agregat bertujuan untuk menentukan gradasi agregat halus dan agregat kasar yang digunakan untuk campuran beton dengan menggunakan analisis saringan.

2.4.3 Pengujian Kadar Lumpur

Dalam prakteknya dilapangan, khususnya pada agregat halus diketahui bahwa kebersihan agregat terhadap kadar lumpur melebihi dari syarat-syarat yang telah ditentukan yaitu sebesar 3% dari berat agregat halus (ASTM C-33 2003). Jika dalam agregat mengandung banyak lumpur akan menambah permukaan agregat sehingga keperluan air untuk membasahi semua permukaan butiran dalam campuran meningkat. Ini mengakibatkan kekuatan dan ketahanan dapat menurun. Karena pengaruh buruk tersebut, maka jumlahnya dalam agregat dibatasi yaitu tidak boleh lebih dari 3% menurut ASTM C-33-2003. Adapun berdasarkan SK SNI S-04-1989-F Kadar lumpur pada agregat halus yaitu maksimum 5%. Rumus yang digunakan untuk mencari persentase kadar lumpur sebagai berikut.

Pemeriksaan kadar lumpur bertujuan untuk menentukan persentase kandungan lumpur pada agregat halus. Berdasarkan ASTM C-142, standar kandungan lumpur pada agregat halus adalah <5%. Kadar lumpur yang tinggi dapat menyebabkan retak dan susut yang disebabkan sifat kembang susut dari lumpur. Kadar lumpur agregat halus dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{v_2}{v_1 + v_2} \times 100\% \quad (2.2)$$

Keterangan:

V1 = volume pasir (ml).

V2 = volume lumpur (ml).

2.4.4 Pengujian Kadar Zat Organik

Pemeriksaan kadar zat organik ini bertujuan untuk menentukan kandungan zat organik pada agregat halus. Standar kandungan zat organik pada agregat halus menurut ASTM C-40 adalah nomor 3 pada organic plate.

2.4.5 Pengujian Kadar Air

Kadar air agregat adalah perbandingan antara berat air yang terkandung dalam agregat dengan berat agregat halus dalam keadaan kering. Nilai kadar air ini digunakan untuk koreksi takaran air dalam adukan beton yang disesuaikan dengan kondisi agregat dipapangan. Menurut SNI 03-1971-1990, kadar air agregat adalah 3%-5%. Kadar air agregat dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{w1 \times w2}{w2} \times 100\% \quad (2.3)$$

Keterangan :

W1 = Berat awal sampel (g)

W2 = Berat sampel kering (g)

2.4.6 Analisa Specific Gravity dan Penyerapan Agregat Kasar

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menentukan *Bulk dan Apparent specific gravity* dan penyerapan dari agregat kasar menurut prosedur ASTM C 127. Nilai ini diperlukan untuk menentukan besarnya komposisi volume agregat dalam adukan beton. Analisa *specific gravity* dan penyerapan agregat kasar dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\text{Apparent Specific Gravity} = \frac{C}{C-B} \quad (2.4)$$

$$\text{Bulk Specific Gravity Kondisi Kering} = \frac{C}{A-B} \quad (2.5)$$

$$\text{Bulk Specific Gravity Kondisi SSD} = \frac{A}{A-B} \quad (2.6)$$

$$\text{Persentase (\%) Penyerapan} = \frac{A-C}{C} \times 100\% \quad (2.7)$$

2.4.7 Analisa Specific Gravity dan Penyerapan Agregat Halus

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menentukan Bulk dan Apparent specific gravity dan penyerapan dari agregat halus menurut prosedur ASTM C 128.

Nilai ini diperlukan untuk menentukan besarnya komposisi volume agregat dalam adukan beton.

Analisa specific gravity dan penyerapan agregat halus dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\text{Apparent Specific Gravity} = \frac{E}{(E+D-C)} \quad (2.8)$$

$$\text{Bulk Specific Gravity Kondisi Kering} = \frac{E}{(E+D-C)} \quad (2.8)$$

$$\text{Bulk Specific Gravity Kondisi SSD} = \frac{E}{(E+D-C)} \quad (2.10)$$

$$\text{Persentase (\%) Penyerapan} = \left[\frac{B-E}{E} \right] \times 100\% \quad (2.11)$$

2.4.8 Pemeriksaan Kausan Agregat

Pemeriksaan kausan agregat ini bertujuan untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap kausan dengan menggunakan mesin Los Angeles.

Kausan adalah perbandingan antara berat bahan aus lewat saringan #12 terhadap berat semula yang dinyatakan dalam persen. Berdasarkan SNI 03-2417-1991 keausan agregat kasar kurang dan sama dengan 40 %, dan dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\text{Kausan} = \frac{A-B}{A} \times 100\% \quad (2.12)$$

Dimana :

A = Berat benda uji semula (gram)

B = Berat benda uji tertahan saringan #12 (gram)

2.5 Pengertian Job Mix Formula

Job Mix Formula dapat didefinisikan sebagai proses merancang dan memilih bahan yang cocok dan menentukan proporsi relatif dengan tujuan memproduksi beton dengan kekuatan tertentu, daya tahan tertentu dan seekonomis mungkin.

Rancangan campuran beton bukanlah tugas sederhana karena sifat yang sangat beragam dari material penyusunnya, kondisi yang ada di tempat kerja, khususnya kondisi eksposur, dan kondisi yang dituntut untuk pekerjaan tertentu.

Desain campuran beton membutuhkan pengetahuan lengkap dari berbagai property bahan penyusunnya, ini membuat tugas perencanaan campuran yang lebih kompleks dan sulit. Desain campuran beton tidak hanya membutuhkan pengetahuan tentang sifat material dan sifat beton dalam kondisi plastik tetapi juga membutuhkan pengetahuan yang lebih luas dan pengalaman dari perkerasan.

Bahkan proporsi bahan beton di laboratorium memerlukan penyesuaian modifikasi dan kembali disesuaikan dengan kondisi lapangan.

2.6 Kekuatan Tekan Beton

Kuat tekan beton didapat melalui pengujian kuat tekan dengan memakai alat uji tekan (*Compressive Strength Machine*). Pemberian beban tekan dilakukan bertahap dengan kecepatan beban tertentu atas uji beton. Besarnya kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus (perpaduan pratikum teknologi bahan konstruksi, Universitas Dharma Andalas, 2019):

1. Kekuatan Tekan Beton (f'_c)

$$f'_c = \frac{P}{A} \quad (2.13)$$

Keterangan:

f'_c = Kuat tekan benda uji

P = Beban maksimum (N)

A = Luas penampang benda uji (mm^2)

2. Kuat Tekan Rata-rata Benda Uji (f'_{cr})

Kuat tekan rata-rata benda uji adalah kuat tekan beton yang dicapai dari beberapa sampel benda uji dibagi dengan jumlah benda uji, dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$f'_{cr} = \frac{\sum f'_c}{n} \quad (2.14)$$

Keterangan:

f'_{cr} = Kuat tekan beton rata-rata jumlah benda uji (Mpa)

f'_c = Kuat tekan beton benda uji (Mpa)

n = Jumlah benda uji

3. Standar Deviasi (S)

$$S = \frac{\sqrt{\sum (f'_c - f'_{cr})^2}}{n-1} \quad (2.15)$$

Keterangan:

S = *Deviasi standar*

f'_c = Kuat tekan benda uji (Mpa)

f'_{cr} = Kuat tekan beton rata-rata (Mpa)

n = Jumlah benda uji

4. Kuat Tekan Karakteristik (f'_{ck})

$$f'_{ck} = f'_{cr} - (1.64s) \quad (2.16)$$

Keterangan:

f'_{ck} = Kuat tekan beton karakteristik beton (Mpa)

f'_{cr} = Kuat tekan beton rata-rata (Mpa)

SD = Standar Deviasi

2.7 Fktor Air Semen

Adapun nilai faktor air semen menurut ACI (American Concrete Institute) dapat dilihat sepertipada Tabel 2.3 dibawah ini:

Tabel 2. 3 Nilai Faktor Air Semen Menurut ACI

Kuat Tekan Beton Umur 28 hari (Mpa)	<i>Water Cement Ratio</i>	
	Beton Tanpa Kandungan Udara (<i>Non Air-Entrained</i>)	Beton Dengan Kandungan Udara (<i>Air-Entrained</i>)
40	0,42	-
35	0,47	0,39
30	0,54	0,45
25	0,61	0,52
20	0,69	0,60
15	0,79	0,70

Sumber : ACI Tabel A1.5.3.4(a) Relationship between water cement (SI)

2.8 Kadar Air Bebas

Kadar air bebas ditentukan sebagai berikut:

$$= W_h + W_k \quad (2.17)$$

Dimana:

W_h = perkiraan jumlah air untuk agregat halus.

W_k = perkiraan jumlah air untuk agregat kasar.

Dan dapat juga di lihat pada Tabel 2.4

Tabel 2. 4 Perkiraan kadar air bebas (Kg/m³) yang dibutuhkan untuk beberapa Tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton

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

Sumber : SNI 03-2834-2000

2.9 Workabilitas

Slump test adalah salah satu cara untuk mengukur kecairan atau kepadatan dalam adukan beton. Tujuan slump test adalah untuk mengecek adanya perubahan kadar air yang ada di dalam adukan beton, sedangkan pemeriksaan nilai slump dimaksud untuk mengetahui konsistensi beton dan sifatnya *workability* 22 (kemudahan dalam pengerjaannya) beton seesuai dengan syarat-syarat yang ditetapkan, semakin rendah nilai slump menunjukkan bahwa beton semakin kental dan nilai slump yang tertinggi menunjukkan bahwa beton semakin encer.

Pengujian slump dilakukan untuk mengetahui tingkat kelecikan beton segar yang dihasilkan. Pengujian dilakukan dengan menggunakan kerucut abrams, Pelaksanaan pengujian yang dilakukan dengan cara kerucut abrams diletakkan diatas talam baja yang rata dan tidak menyerap air. Adukan beton dituang dalam 3 (tiga) tahap, volume berturut-turut 1/3, 2/3 dan hingga penuh. Tiap lapisan ditumbuk dengan menggunakan batang baja diameter 16 mm dengan panjang 600 mm sebanyak 25 kali, penusukan dilakukan secara merata keseluruh bidang dan dijaga agar tidak mengenai lapisan bawahnya. Kemudian kerucut abrams diangkat tegak lurus keatas, maka lapisan beton akan turun dari posisi semula, penurunan ini diukur dengan cara meletakkan kerucut abrams disampingnya, kemudian diukur selisih beda tingginya penurunan dari posisi semula ini disebut dengan slump (ASTM C-143).

Untuk itu dianjurkan penggunaan nilai-nilai slump yang terletak didalam batasan yang telah ditentukan dalam Tabel 2.5 berikut ini:

Tabel 2. 5 Penetapan Nilai *Slump*

Pemakaian Beton	Slump	
	Maksimum	Minimum
Dinding, pelat pondasi dan pondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Pondasi telapak tidak bertulang koisin, struktur dibawah tanah	9,0	2,5
Pelat balok, balok, kolom dan dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan massal	7,7	2,5

Sumber: PBI-1971 (hal : 38)

2.10 Perawatan Beton (*Curing*)

Curing beton adalah suatu prosedur yang dilakukan untuk mempertahankan fleksibilitas beton. Hal ini dilakukan mengingat sifat dasar beton yang cenderung mudah mengeras. Dengan begitu, struktur yang menggunakan beton dapat bertahan lebih lama.

Curing beton dilakukan saat permukaan beton sudah melalui fase pengerasan (*hardening*). Dimana tujuannya adalah untuk memastikan agar senyawa kimia yang dikandung beton sudah stabil. Jika terlalu cepat (sebelum *hardening*), dikhawatirkan senyawa kimia masih belum stabil dan curing justru akan merusak struktur beton. Begitu pula jika terlalu lama (jauh setelah *hardening*), maka curing justru tidak memberi efek pada struktur beton karena sudah mengeras.