

MIX DESIGN METODE SKSNI MENGGUNAKAN MATERIAL AGREGAT KASAR DAN HALUS DENGAN BERAT JENIS RENDAH

Saifullah

Dosen Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jakarta

Email: paulswam@yahoo.com

ABSTRAK: Beton sangat terpengaruh oleh bahan dasarnya yaitu Semen, Agregat Kasar, Agregat Halus dan Air. Dua dekade terakhir, telah dikembangkan jenis bahan tambah (*admixtures* dan *additives*) untuk meningkatkan kinerja beton untuk semakin lebih mudah dikerjakan, lebih cepat atau lebih tinggi mutunya. Untuk mencapai kekuatan atau mutu beton tertentu diharuskan menyusun *mix design*. *Mix design* yang baik adalah memeriksa setiap unsur material.

Kata Kunci: *mix design, beton, mutu*

ABSTRACT: Concrete is very influenced by the material that is essentially Cement, Coarse Aggregate, Fine Aggregate and Water. Last two decades, has developed the type of material added (*admixtures* and *additives*) to improve the performance of concrete to the more tractable, faster or higher quality. To achieve the strength or quality of a particular concrete mix design is required to compile. A good mix design is to examine every element of the material.

Keywords: *mix design, concrete, quality*

LATAR BELAKANG

Beton adalah bahan bangunan yang terdiri dari komposisi pasir, kerikil atau batu pecah yang disatukan dengan bahan pengeras pasta cair yaitu semen dan air. Dengan proporsi yang tepat campuran tersebut menjadi bentuk plastis, akibat campuran terjadi panas hidrasi semen dan air, beton menjadi keras seperti batu^[1].

Beton

Beton adalah secara luas merupakan material bangunan dan keteknik sipil, karena beton sangat kuat dan cukup keras untuk pembangunan struktur yang baik terutama gedung^[4]. Beton terbagi menjadi 3 yaitu:

- a. Beton Biasa (Normal) yang mempunyai kekuatan antara 2000 sampai 6000 psi (13 sampai 40 MPa)^[6].
- b. Beton Berkinerja Tinggi mempunyai kekuatan antara lain di atas 6000 psi (40 MPa)^[6] disebut beton mutu tinggi, 80 MPa disebut beton bermutu sangat tinggi, dan 120 MPa beton bermutu ultra tinggi^[7].

Beton sangat terpengaruh oleh bahan dasarnya yaitu Semen, Agregat Kasar, Agregat Halus dan Air. Dua dekade terakhir, telah dikembangkan jenis bahan tambah (*admixtures* dan *additives*) untuk meningkatkan kinerja beton untuk semakin lebih mudah dikerjakan, lebih cepat atau lebih tinggi mutunya.

Faktor-faktor yang mempengaruhi beton bermutu baik: [20]

1. Karakteristik semen dan jumlahnya,
2. w/c (water per cement) rasio,
3. Kualitas agregat dan interaksinya dengan pasta semen,
4. Tambahkan bahan kimia yang digunakan,
5. Tambahkan material yang digunakan,
6. Pemilihan prosedur dan waktu pencampuran bahan susun beton,
7. Quality control.

Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton dipengaruhi oleh hal-hal sebagai berikut ini.[24]

1. Water cement ratio. Dimana w/c ini berpengaruh pada porositas dari pasta semen padat pada setiap proses hidrasi semen. Proses pemadatan juga memberikan efek terhadap porositas. Semakin rendah w/c semakin rendah porositas yang terjadi. Jika beton sedikit porositas (padat) maka kinerja beton semakin tinggi. Dalam pelaksanaan dilapangan w/c rendah tentunya *workability*nya semakin sulit sehingga diperlukan *zat admixture* (terhadap air). Ratio w/c menjadi berubah setelah masuknya *admixture*. Proses ini disebut sebagai *water to cementitious ratio*.
2. Kualitas agregat halus. Dari segi kualitas yang ditinjau maka dipengaruhi oleh bentuk butiran, tekstur, modulus kehalusan, bersih dari bahan organik, gradasinya.
3. Kualitas agregat kasar. Segi kualitasnya dipengaruhi oleh tingkat porositas, bentuk dan ukurannya, bersih dari bahan organik kuat tekan hancur dan gradasinya.
4. Kadar bahan tambah yang dicampurkan harus dengan dosis yang tepat.
5. Prosedur yang benar dan tepat dalam pelaksanaan proses pembuatan beton, yang meliputi uji material, pemilihan material yang baik, penimbangan dan pencampuran material, pengadukkan pengangkutan,

pegecoran, perawatan (*curing*), dan pengawasan pengendalian.

Semen

Tipe dan hasil dari semen adalah yang terpenting dalam langkah pembuatan beton terutama beton mutu tinggi. Penggunaan semen, dapat mengacu pada *ASTM C 917*. Variasi bahan kimia semen mempunyai efek sangat kuat untuk memberikan ikatan pada bahan material tambah sehingga dapat meningkatkan mutu beton[7].

Sesuai dengan tujuan pemakaian, Semen Portland di Indonesia [*SII 0013-81*] dibagi menjadi 5 jenis, yaitu a) Jenis I (Semen Portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti disyaratkan pada jenis-jenis lain). b) Jenis II (Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang). c) Jenis III (Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi setelah pengikatan terjadi. d) Jenis IV (Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi rendah). e) Jenis V (Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat).[21]

Agregat

Agregat dalam sifat alamnya dibagi dalam 2 yaitu agregat alami dan agregat buatan. Agregat dalam praktek digolongkan menjadi 3 kelompok, yaitu:

- a. Batu, untuk besar butiran lebih dari 40 mm.
- b. Kerikil, untuk ukuran butiran antara 5 sampai dengan 40 mm.
- c. Pasir, untuk ukuran butiran antara 0,15 sampai dengan 5 mm.

Jenis agregat yang digunakan dalam pembuatan beton ada 2 jenis yaitu agregat halus (pasir) dan agregat kasar (kerikil atau split). Faktor yang perlu diperhatikan menggunakan kualitas agregat halus adalah:

- a. Bentuk bulat,
- b. Tekstur halus,

- c. Modulus kehalusan antara 2,5 sampai 3,0
- d. Bersih
- e. Bergradasi baik dan teratur yang diambil dari satu sumber.^[4]

Sedangkan agregat kasar yang perlu diperhatikan adalah faktor:

- a. Porositas rendah,
- b. Bentuk fisik dan ukuran agregat yang cenderung kasar runcing dan dikisaran 10-25 mm,
- c. Bersih,
- d. Kuat tekan hancur yang tinggi
- e. Gradasi yang baik dan teratur yang diambil dari satu sumber.^[4]

Air Pencampur (water mixing)

Kondisi air yang digunakan harus bersih bebas dari asam, alkali dan minyak atau yang dapat dikonsumsi (diminum). Air sangatlah berpengaruh terhadap komposisi beton, hal ini dapat terlihat bahwa w/c sangat mempengaruhi kekuatan tekan terhadap beton.

Fungsi dari air pencampur adalah sebagai berikut ini:

- a. Membasahi agregat dan melindungi dari absorpsi dari reaksi kimia,
- b. Menjadi formulasi terhadap semen untuk menjadikan pasta yang gabungan antara keduanya menjadi reaksi kimia yang berubah menjadi panas hidrasi,
- c. Menjadi flux material semen untuk melewati ke seluruh permukaan agregat,
- d. Membuat adukan beton mudah dikerjakan,
- e. Melumasi campuran beton agar mudah ditempatkan dan seragam pada pengecoran disudut maupun pada kolom dan balok.^[3]

dipakai untuk campuran beton. Agregat yang baik adalah yang mampu bekerja sama dengan semen, air atau bahan tambah lain untuk perkuatan beton.

DESAIN CAMPURAN BETON (MIX DESIGN)

Pembuatan campuran beton menggunakan Mix design *SKSNI 1991*. Metode tersebut sebenarnya mengadopsi dari metode *DOE*. Dalam metode ini telah ditentukan harga *W/C*-nya sehingga nilai semen, pasir dan kerikil juga *Silicafume* dan *Superplasticizer* didapat dari proses hitungan *SKSNI 1991* tersebut.

Metode penentuan *w/c* ini diharapkan dapat memudahkan perhitungan. Langkah-langkah perhitungan sebagai berikut:

1. Menentukan jenis semen yang dipakai.
2. Menentukan Jenis Kerikil.
3. Menentukan factor air semen (*w/c*).
4. Menentukan nilai *slump* yang dilihat dari table 4.1.

Tabel 4.1. Penentuan nilai *slump*^[18]

Pemakaian Beton	Maksimum	Minimum
•Dinding, plat pondasi dan pondasi telapak bertulang	12,5	5,0
•Pondasi telapak tidak bertulang, kaisan, dan struktur di bawah tanah	9,0	2,5
•Pelat, balok, kolom dan dinding	15,00	7,5
• Perkerasan Jalan	7,5	5,0
•Pembetonan massal	7,5	2,5

Sumber: *SKSNI 1991*.

METODOLOGI PENELITIAN

PENGUJIAN AGREGAT

Pengujian agregat dimaksudkan untuk mengetahui kemampuan atau sifat agregat yang

5. Menentukan ukuran butiran maksimum kerikil.
6. Dari table 4.2 diperoleh kebutuhan air yang dipakai.

Tabel 4.2. Perkiraan Kebutuhan air tiap meter kubik beton (liter)

Ukuran Maksimum Kerikil (mm)	Jenis Batuan	Slump			
		0-10	Oct-30	30-60	60-180
10	Alami	150	180	205	225
	Batu Pecah	180	205	230	250
20	Alami	135	160	180	195
	Batu Pecah	170	190	210	225
40	Alami	115	140	160	175
	Batu Pecah	155	175	190	205

Sumber: SKSNI 1991

7. Menentukan kebutuhan *Superplasticizer* misalnya sebesar 2% (untuk mencapai nilai slump), sehingga kebutuhan air direduksi sebesar 40%.
8. Dari kebutuhan air yang sudah tereduksi, dihitung kebutuhan semen dari *w/c* yang ditentukan.
9. Memplot grafik penggolongan pasir untuk menentukan golongan pasir. (dapat dilihat pada table 7.16)
10. Menentukan prosentase pasir terhadap campuran dapat dilihat di gambar 7.10)
11. Berat Jenis campuran dihitung dengan menggunakan rumus:

$$Bj_{Campuran} = (Px Bj_{agregat\ halus} / 100) + (Kx Bj_{agregat\ kasar} / 100)$$
(3.1)
12. Berat beton didapatkan dari grafik 7.11 yaitu dengan dasar acuan berat jenis agregat campuran terhadap kandungan air.
13. Kebutuhan agregat campuran dihasilkan dari perhitungan berat beton dikurangi dengan kebutuhan air, *superplasticizer*, semen dan *silicafume*.

14. Kebutuhan agregat halus adalah persentase agregat halus dikalikan dengan kebutuhan agregat campuran.
15. Kebutuhan agregat kasar adalah kebutuhan agregat campuran dikurangi dengan kebutuhan agregat halus.
16. Hasil diatas terhitung dengan menggunakan hitungan 1 m³.
17. Untuk kebutuhan volume benda uji maka volume total benda uji dikalikan dengan masing-masing kebutuhan material dalam beton.

PEMBUATAN BENDA UJI

Benda uji tiap unit sampel adalah terdiri dari 13 buah silinder ukuran $\varnothing=10\text{cm}$ $h=20\text{cm}$ ($\varnothing10/20$) dan 2 buah balok ukuran $20 \times 20 \times 12 \text{ cm}^3$. Uji kuat tekan benda uji yang digunakan adalah silinder $\varnothing10/20$, sedangkan untuk benda uji balok $20 \times 20 \times 12 \text{ cm}^3$ untuk uji permeabilitas beton.

PENGUJIAN BETON

PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON

Pengujian Kuat Tekan dilaksanakan di Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jakarta. Benda uji dilakukan uji tekan pada umur 28 hari.

$$f'c = P/A = P / (1/4 \cdot \pi \cdot D^2)$$

..... (3.2)

dimana:

- $f'c$ = kuat tekan beton (kg/cm²)
- P = beban tekan (kg)
- A = Luas penampang silinder beton (cm²)
- D = Diameter (cm)

Dari hasil Kuat tekan melalui konversi benda uji sebagai berikut (menurut ukuran dan kuat tekan).

Tabel 3.1 Kuat Tekan Relatif dari berbagai ukuran benda uji silinder

Ukuran Silinder (cm ²)	5x10	7,5x15	15x30	20x40	30x60	45x90	60x120	90x180
Kuat Tekan Relatif	1,09	1,06	1,00	0,96	0,91	0,86	0,84	0,82

Sumber: Bahan Kuliah PascaSarjana UI "Advance Reinforced Concrete", Ir. Steffie Tumilar, M.Eng, MBA

HASIL PENELITIAN

HASIL ANALISA MATERIAL DESIGN MIX

1. SEMEN

Jenis :Portland Cement Composite (PCC)
Merk Dagang : Tiga Roda

Analisa

Skala Awal : 0,6 gr
Skala Akhir : 21,5 gr
Massa Contoh : 64 gr
Berat Jenis Semen : 3,06
Konsistensi Normal : 24 %
Waktu Pengikatan awal : 60 menit

2. AGREGAT HALUS

Asal : Serpong

Analisa

Massa benda SSD : 500 gr
Massa benda kering oven : 458,5 gr
Berat Jenis : 2,09
Berat Jenis SSD : 2,28
Penyerapan : 9,05

3. AGREGAT KASAR

Asal : Serpong

Analisa

Massa benda kering over : 4884 gr
Massa benda SSD : 4977,5 gr
Massa benda dalam air : 3109,5 gr
Berat Jenis : 2,61
Berat Jenis SSD : 2,66
Penyerapan : 1,914

4. AIR

Asal : PDAM DKI

Analisa

pH air : 7(syarat 6-8)
Berat residu : 0 mg
Bahan padat : 0 mg/l (<2000 mg/l)
Ion sulfat : 0 ppm
Na₂SO₄ : 0 ppm (< 10.000 ppm)
Minyak dalam air : 0 mg/l (< 2% berat semen)

PERENCANAAN MIX DESIGN

- Kuat Tekan yang disyaratkan : 225 kg/cm² (K225 – Benda uji Kubus)
- Faktor air semen : 0,6
- Slump : 30 – 60 mm
- Ukuran agregat Maksimum: 25,4 mm
- Kadar Air Bebas : 190 kg/cm³
- Jumlah Semen : 316,67 kg/cm³
- Daerah Gradasi Agregat Halus : Gradasi Butir 2
- Persentase Agregat halus : 35 %
- Bj SSD Agregat Halus : 2,28
- Persentase Agregat Kasar : 65 %
- Bj SSD Agregat Kasar : 2,66
- Berat Jenis Relatif : 2,53
- Berat Jenis Beton : 2280 kg/m³
- Kadar Agregat Halus : 620,67 kg/m³
- Kadar Agregat Kasar : 1152,68 kg/m³
- Volume 1 Kubus : 0,15 m³

**KOMPOSISI MIX DESIGN
PERBANDINGAN BERAT (DALAM KG)**

SEMEN	:	PASIR	:	KERIKIL	:	AIR
5,13	:	10,10	:	18,67	:	3,078
1,0	:	2,0	:	3,6	:	0,6

**HASIL KUAT TEKAN
Benda Uji Kubus 15 x 15 x 15 cm³
Umur 28 hari**

Benda uji I
Berat : 7,975 kg

KUAT TEKAN KARAKTERISTIK

Pengujian statistik menggunakan $t_{0,50}$ grafik Student T untuk 4 benda uji dihasilkan

1. $t_{0,50} = 2,132$

KESIMPULAN

1. Perbandingan Mix design **Semen : Pasir : Kerikil : Air = 1 : 2 : 3,6 : 0,6**
2. **K-225** dapat dicapai terbukti dengan hasil kuat tekan karakteristik

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R.S. Varshney BSc. BE (hons)(civil) ME,Ph.D *"Concrete Technology"*, 1982
- [2] Francois de Larrard, *"A Method for Proportioning High-Strength Concrete Mixtures"*, Cement, Concrete and Aggregates, CCAGDP, Vol. 12 No. 2, pp.47-52, Summer 1990
- [3] FX. Supartono, DR. Ir., *"Design Considerations For Concrete Mixes"*, Bahan Kuliah, 1998

Beban Maksimum : 40200 kg
Kuat Tekan 28 hari : 203,03 kg/cm²

Benda uji II
Berat : 8,141 kg
Beban Maksimum : 50200 kg
Kuat Tekan 28 hari : 253,53 kg/cm²

Benda uji III
Berat : 7,827 kg
Beban Maksimum : 46200 kg
Kuat Tekan 28 hari : 233,33 kg/cm²

Benda uji IV
Berat : 7,936 kg
Beban Maksimum : 49000 kg
Kuat Tekan 28 hari : 247 kg/cm²

2. Benda uji I ditolak
3. Benda uji II, III, dan IV diterima
4. Kuat Tekan karakteristik **244,776 kg/cm²**

menunjukkan K-245 (melebihi desain awal)

3. Hasil tersebut dapat dicapai karena menggunakan Semen, Pasir, Kerikil dan Air yang teruji.
4. Berat Jenis yang rendah untuk mutu beton rendah masih memenuhi syarat.

- [4] M.J. Shannag, *"High Strength Concrete Containing Natural Pozzolan and Silica Fume"*, Jordan University of Science and Technology, June 2000
- [5] Departemen Pekerjaan Umum, *"Metode Pengujian Kuat Tekan Beton SKSNI T-15-1990-03"*, Penerbit Yayasan LPMB, Bandung, 1991