A. Rencana Ukuran Bahan Yang Akan Dipersiapkan Untuk Campuran Pembuatan Beton

Berdasarkan Tata Cara Pembuatan Beton SNI 03-2834-2000 dan SNI 03-2847-2002 dijelaskan bahwa langkah-langkah dalam menentukan suatu proporsi pembuatan beton sebagai berikut :

1. Merencanakan Kuat Tekan Beton (f'c) = 25 Mpa.
   a) Kuat tekan rata-rata perlu (f'cr) yang digunakan sebagai dasar pemilihan proporsi campuran beton harus diambil sebagai nilai terbesar dari persamaan (a) atau persamaan (b) dengan nilai deviasi standart sesuai dengan rumus sebagai berikut (SNI 03-2847-2002)

   (a) $f'cr = f'c + 1{,}34\ S$

   atau

   (b) $f'cr = f'c + 2{,}33\ S - 3{,}5$

   Berdasarkan Tabel berikut yaitu Tabel Faktor modifikasi untuk deviasi standar jika jumlah pengujian kurang dari 30 contoh

Jumlah Pengujian	Faktor modifikasi untuk deviasi standart
Kurang dari 15 contoh	Gunakan Tabel 5
15 contoh	1,16
20 contoh	1,08
25 contoh	1,03
30 contoh atau lebih	1,00
CATATAN Interpolasi untuk pengujian yang berada diantara nilai-nilai di atas	

   b) Bila fasilitas produksi beton tidak mempunyai catatan hasil uji lapangan untuk perhitungan deviasi standart yang memenuhi ketentuan pada rumus (a) atau (b), maka kuat rata-rata perlu f'cr harus ditetapkan berdasarkan Tabel 5 dan pencatatan data kuat rata-rata

harus sesuai dengan persyaratan pada catatan proporsi campuran beton yang diusulkan untuk menghasilkan kuat tekan rata-rata yang sama atau lebih besar daripada kuat tekan rata-rata perlu dan harus terdiri dari satu catatan hasil uji lapangan, beberapa catatan hasil uji kuat tekan, atau hasil uji campuran percobaan (SNI 03-2847-2002).

Berikut ini merupakan Tabel 5 Kuat tekan rata-rata perlu jika data tidak tersedia untuk menetapkan deviasi standart (SNI 03-2847-2002)

Persyaratan kuat tekan,f'c Mpa	Kuat tekan rata-rata perlu, f'cr Mpa
Kurang dari 21	f'c + 7,0
21 sampai dengan 35	f'c + 8,5
Lebih dari 35	f'c + 10,0

Atau nilai m = 8,5 maka kuat tekan rata-rata perlu, f'cr = f'c + m (SNI 03-2834-2000)

Digunakan f'cr = f'c + 8,5

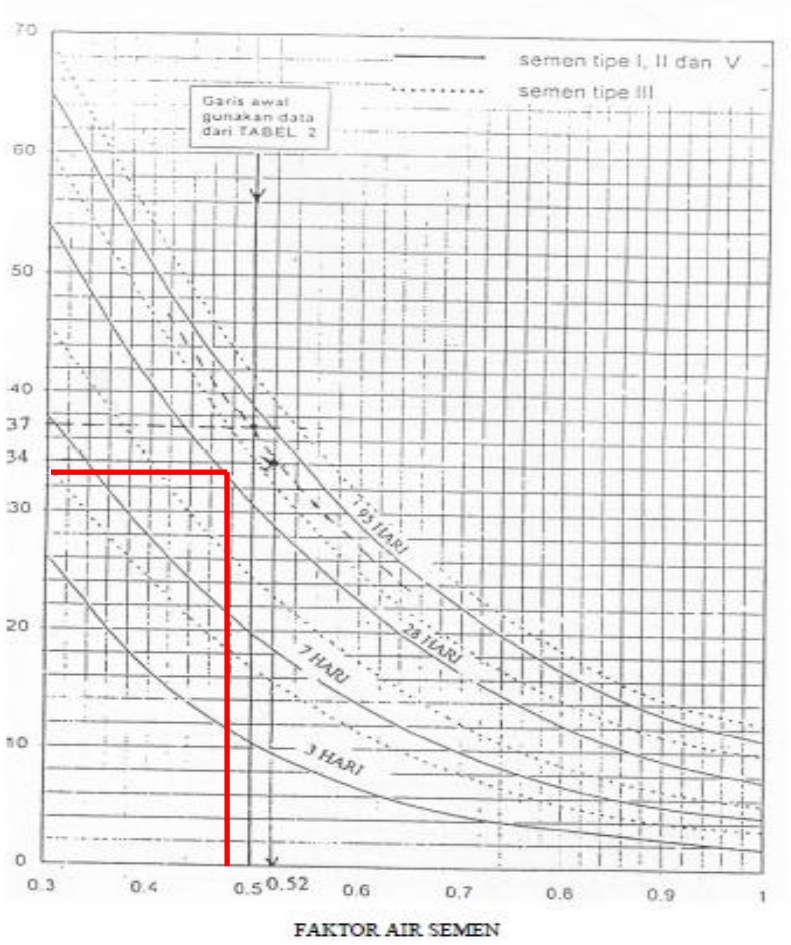
f'cr = 25+ 8,5

f'cr = 33,5 Mpa (Setiap 1 variasi berjumlah 4 benda uji, sehingga untuk 5 variasi beton berjumlah 20 benda uji)

2. Menentukan Jenis Semen
   a. Jenis semen : Tipe 1 Semen Portland (merk Tiga Roda)
   b. Agregat alami : Pasir
   c. Agregat buatan : Krikil
   d. Bahan tambah : Limbah *Gypsum* dan Tempurung kelapa

3. Menentukan Nilai FAS (Faktor Air-Semen)

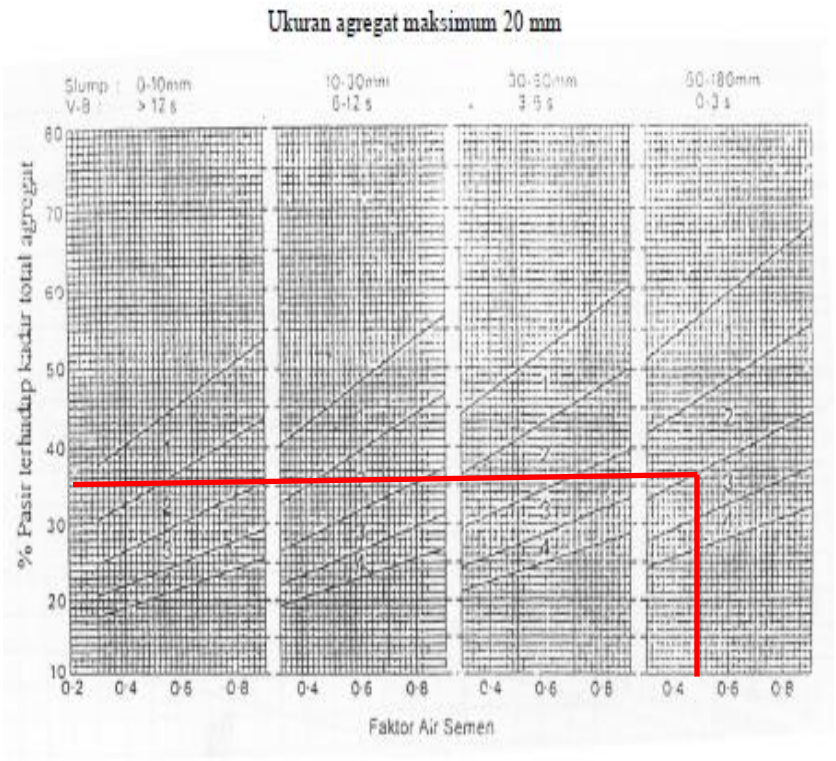
   Dari grafik 1 pada SNI SNI 03-2834-2000 didapatkan nilai FAS sebesar 0,478



Grafik 1
Hubungan antara kuat tekan dan daktor air semen
(benda uji berbentuk silinder diameter 150 mm, tinggi 300 mm)

4. Menentukan Nilai *Slump*

   Nilai slump diambil minimum sebesar 6 cm atau 60 mm diambil dari SNI SNI 03-2834-2000



Grafik 14
Persen pasir perhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm

5. Kebutuhan Air (SNI 03-2834-2000)

   a. Kebutuhan Air $= {}^{2}/_{3}\, wh + {}^{1}/_{3}\, wk$

   $= {}^{2}/_{3}\,(195) + {}^{1}/_{3}\,(225)$

   $= 205 \text{ kg}/m^3$

   b. Keterangan : $wh = Nilai\ Agregat\ Alami$

   $wh = 195$

   $wk = Nilai\ Batu\ Pecah$

   $wk = 225$

Tabel 3
Perkiraan kadar air bebas (Kg/m^3) 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 tak dipecahkan	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak dipecahkan	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak dipecahkan	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Catatan : Koreksi suhu udara :
Untuk suhu di atas 25 °C, setiap kenaikan 5 °C harus ditambah air 5 liter per m^2 adukan beton.

6. Menentukan Berat Semen
   a. Untuk menentukan berat semen (Wsemen) dihitumg berdasarkan rumus berbanding terbalik antara nilai faktor air-semen yaitu sebagai berikut :

$$F = {}^{A}/_{S}$$

$$S = {}^{205}/_{0,478}$$

$$S = 428{,}87 \text{ kg}/m^3$$

   b. Keterangan : F = Faktor air-semen
      A = Kebutuhan Air
      S = Berat Semen
7. Menentukan Kebutuhan Agregat
   a. Berat Pasir (W_{pasir}) = 35% (Dari grafik 14 (SNI 03-2834-2000)) dan pada daerah 3 untuk gradasi butiran agregat halus
   b. Berat Krikil (W_{krikil}) $= 100\% - W_{pasir}$ (%)
      $= 100\% - 35\%$
      $= 65\%$

8. Menentukan Berat Beton Normal

   Berdasarkan SNI 03-2834-2000 nilai berat beton normal berkisar (2200 kg/m^3 – 2500kg/m^3), sehingga dapat diambil nilai Wbeton ditentukan berdasarkan nilai berat jenis agregat gabungan yang diperoleh sebesar

   a. Berat jenis agregat halus sebesar 2,57 (Hasil pengujian laboratorium)
   b. Berat jenis agregat kasar sebesar 2,52 (Hasil pengujian laboratorium)
   c. Berat jenis gabungan merupakan berat jenis antara agregat halus dengan berat jenis agregat kasar yang dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut

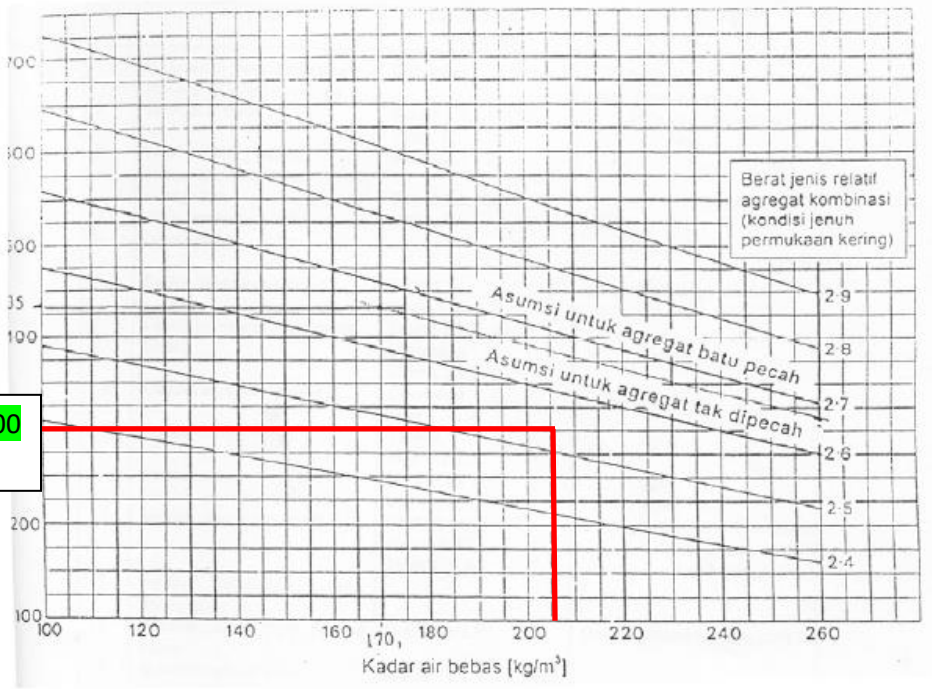
      a) Bj campuran = $(\frac{W_{pasir}}{100} x\ Bj\ halus) + (\frac{W_{kasar}}{100} x\ Bj\ kasar)$

         Bj campuran = $(\frac{35}{100} x\ 2{,}57) + (\frac{65}{100} x\ 2{,}52)$

         Bj campuran = 2,54

         Maka diperoleh W_{beton} dengan memploting pada grafik berikut

Wbeton = 2300 kg/m^3



Grafik 16
Perkiraan berat isi beton basah yang telah selesai didapatkan

9. Menentukan Berat Agregat

a. (W_{Ag}) = $W_{beton-}\ W_{pasir-}\ W_{semen}$

= $2300 - 205 - 428{,}87$

= 1666,13 kg/m^3

b. (W_{pasir}) = $^{35}/_{100}$ x 1666,13

= 583,15 kg/m^3

c. (W_{krikil}) = $^{65}/_{100}$ x 1666,13

= 1082,98 kg/m^3

10. Menentukan Volume Silinder

Volume Silinder = $^{1}/_{4}\,\pi r^2 t$

= $^{1}/_{4}\,\pi x\ 15^2 x\ 30$

= 5301 cm^3

= 0,0053 m^3

11. Kebutuhan Bahan untuk 1 Benda Uji (Kg)

a. Pasir = W_{pasir} x Volume Silinder

= 583,15 kg/m^3 x 0,0053 m^3

= 3,091kg

b. Kerikil = W_{krikil} x Volume Silinder

= 1082,98 kg/m^3 x 0,0053 m^3

= 5,740 kg

c. Semen = S x Volume Silinder

= 428,87 kg/m^3 x 0,0053 m^3

= 2,273 kg

d. *Gypsum* : (% penambahan limbah *Gypsum* dari Berat Semen)

a) 5% = 5% x 2,273 kg/m^3

= 0,114 kg

= 114 gram

Total Semen = 2,273 kg – 0,114 kg

= 2,159 kg

b) 7,5 % = 7,5% x 2,273 kg

= 0,170 kg

= 170 gram

Total Semen = 2,273 kg – 0,170 kg

= 2,103kg

c) 10% = 10% x 2,273 kg

= 0,2273 kg

= 227,3 gram

Total Semen = 2,240 kg – 0,224 kg

= 2,016 kg

d) 12,5% = 12,5% x 2,273 kg

= 0,285kg

= 285 gram

Total Semen = 2,273 kg – 285 kg

= 1988 kg

e. Tempurung kelapa : (% penambahan limbah Tempurung kelapa dari Berat kerikil)

a) 10% = 10% x 5,740 kg

= 0,574 kg

= 574 gram

Total kerikil = 5,740 kg – 0,574 kg

= 5,166 kg

f. Air = Kebutuhan Air x Volume Silinder

= 205 x 0,0053 = 1,1 liter

Data analisis perhitungan di atas digunakan untuk proporsi bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan beton normal yang berbahan tambah limbah *gypsum* dengan kadar limbah *gypsum* 5%, 7,5%, 10%, dan 12,5% dari Berat Semen. Perhitungan tersebut hanya untuk 1 silinder benda uji dalam satuan kg.

Sehingga untuk setiap variasi berjumlah 4 benda uji, jadi total benda uji untuk 4 variasi beton dengan bahan tambah limbah gypsum berjumlah 16 benda uji. Hasil perhitungan seperti tabel berikut

Tabel 1 Perhitungan Mix Desain Beton dengan bahan tambah limbah gypsum dan tempurung kelapa

Bahan	Variasi (%)	Benda uji Silinder	Kebutuhan campuran beton
Limbah gypsum	5%	4 Buah	364 gram
	7,5%	4 Buah	724 gram
	10 %	4 Buah	909,2 gram
	12,5%	4 Buah	1088 gram
Limbah Tempurung Kelapa	10%	4 Buah	2296 kg