

# HUBUNGAN KUAT BETON KARAKTERISTIK DENGAN STANDAR DEVIASI “S”

-----  
**M. HASBI ARBI**

Dosen Kopertis Wil. I, NAD-SUMUT dpk pada Universitas Almuslim-Bireuen

## ABSTRAK :

Beton merupakan bahan konstruksi yang terdiri dari semen, pasir, kerikil yang dicampur dan diberi air secukupnya (water semen rasio) sehingga membentuk suatu adonan (mortal) yang kemudian mengeras menjadi beton yang keras dan mempunyai sifat yang khas. Adonan beton tersebut dimasukkan dalam cetakan yang berbentuk kubus atau silinder dengan ukuran tertentu untuk dibuat beberapa benda uji dan setelah berumur dua hari cetakan dibuka dan benda uji direndam dalam air selama 7, 14, 21, dan 28 hari, kemudian diangkat untuk dilakukan pengetesan untuk mendapatkan kekuatan tekan dari masing-masing benda uji tersebut.

Jika dari sejumlah besar benda uji tersebut, nilai kuat tekannya menyebar pada nilai rata-rata tertentu, maka secara global telah diakui bahwa penyebaran nilai kuat tekan beton tersebut mengikuti hukum distribusi statistik normal atau disebut juga dengan distribusi gauss, dimana kurva distribusi normal ini menyebar secara simetris terhadap nilai rata-rata dengan current margin sebesar 1,64 kali standar deviasinya (S). Kuat tekan beton dipengaruhi oleh kuat tekan material (pasir, kerikil), komposisi material, semen dan water semen ratio. Kuat karakteristik dari material adalah suatu nilai kekuatan yang diperoleh secara analisa statistik dari hasil pemeriksaan benda uji., begitu juga dengan kuat tekan beton karakteristik terbatas sampai lima 5 % saja berada di bawah kuat tekan beton karakteristik.

Hal ini menunjukkan bahwa kuat tekan beton karakteristik berhubungan langsung dengan standar deviasi (S), yaitu pada suatu tingkat tertentu, standar deviasi (S) akan terus bertambah besar sebanding dengan bertambahnya kuat tekan beton karakteristik hingga mendekati suatu harga tertentu.

## ABSTRACT :

Concrete is the structure consist of cement, sand, gravel/split mixing together with some water as enough, so we get mortar, after that the mortar will be rocked to be hard concrete and has special characteristic. The mixture is put in mold with shape of cube or cylinder has certain demension for making some samples and after two days the mold is opened and the samples are put in water during 7, 14, 21, and 28 days, then the samples take out from water for testing to get yield strength from each sample. If as much as samples mentioned, yield strength value spread around at certain average value, so roughly it has knew that distributing the strength pressure value of concrete follow normal distribution statistical or also be said Gauss Distribution, where normal distribution curve distribute as symetris to average value with margin current about 1,64 standard deviation (S). Concrete yield strength depended on materials strength (sand, gravel), composition of materials, cement, and water cement ratio. Characteristic strength of materials are a strength value is got as statistical analysis from output of investigation samples, so that yield strength characteristic of concrete limit just 5 % at under yield strength concrete characteristic. This metter showing that concrete yield strength characteristic direct related to standard deviasion (S), that is at certain level, standard deviation (S) will be direct increase with increasing characteristic yield strength concrete up to approach a certain value.

## I, PENDAHULUAN.

Untuk mendapatkan mutu beton yang diinginkan, sebelumnya perlu dilakukan perhitungan (mix design) tentang komposisi campuran yang sesuai sehingga kekuatan tekan beton yang diinginkan dapat tercapai. Komposisi campuran beton adalah: semen, air, pasir dan kerikil/batu pecah, masing-masing material ini dihitung secara analitis untuk mendapatkan besar volume yang sesuai dengan mutu beton yang diinginkan.

Material-material yang telah dihitung tersebut dikumpulkan dan dicampur/ diaduk dengan molen kemudian adukan-nya diukur slamnya, jika slamnya sudah sesuai dengan yang diinginkan, mortel/ adukan dimasukkan kedalam cetakan yang berbentuk kubus atau silinder sebanyak 20 buah. Sampel-sampel tersebut kemudian direndam kedalam air selama 28 hari, kemudian dites kekuatan tekan dilaboratorium, hasilnya dievaluasi dan diambil harga rata-rata ( $f_{bm}$ ) berdasarkan hasil tersebut maka diperoleh kuat tekan beton karakteristik.

### 1.1 Kuat Karakteristik Material.

Kuat karakteristik dari material adalah suatu nilai kekuatan yang diperoleh secara analisa statistik dari hasil

pemeriksaan sejumlah besar benda uji yang dinyatakan dalam bentuk :

$$f_k' = f_m' - k \cdot s \dots \dots (1.2.1)*$$

Dimana :

$f_k'$  = kuat karakteristik material (kg/cm<sup>2</sup>)

$f_m'$  = kuat aritmetik rata-rata material (kg/cm<sup>2</sup>)

$k$  = koefisien penyesuaian yang besar kecilnya tergantung pada besarnya persentase kemungkinan memperoleh suatu kuat material di bawah kuat karakteristik material.

$S$  = standar deviasi relative (kg/cm<sup>2</sup>)

### 1.2. Kuat tekan Beton Karakteristik .

Kuat beton karakteristik adalah kuat tekan beton yang diperoleh dari hasil pemeriksaan sejumlah besar benda uji, dimana kemungkinan adanya kuat tekan yang diperoleh di bawah nilai kuat tekan beton karakteristik terbatas sampai 5% saja. Dengan adanya kemungkinan didapat kuat tekan di bawah kuat tekan beton karakteristik ini, maka menghasilkan koefisien penyesuaian "k" sebesar 1,64, sehingga kuat tekan beton karakteristik dapat dinyatakan dalam bentuk :

---

\*) UNESCO, Reinforced Concrete, An International Manual Butterwarths, London, 1971, p, 207

$$f_{bk}' = f_{bm}' - 1,64 \cdot S \dots\dots(1.2.1)$$

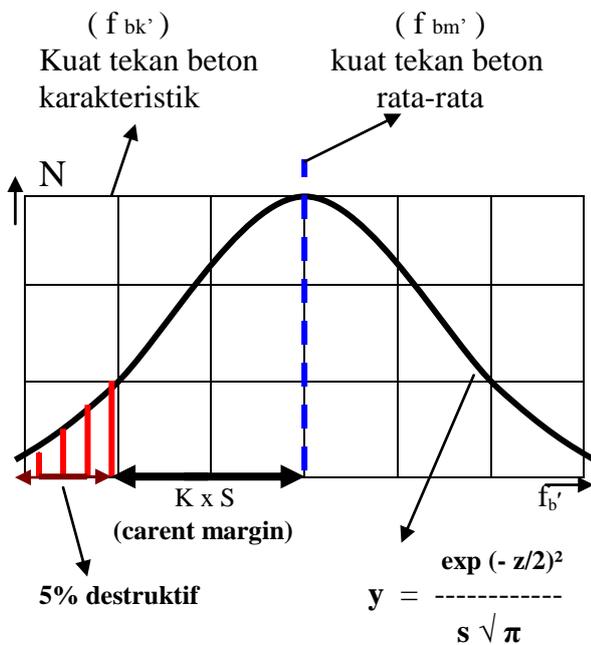
Dimana :

$f_{bk}'$  = kuat tekan beton karakteristik, ...  
(kg/cm<sup>2</sup>)

$f_{bm}'$  = kuat tekan beton rata-rata,  
(kg/cm<sup>2</sup>)

1,64 = Koefisien penyesuaian“k”dengan  
5% kemungkinan adanya kuat  
tekan beton di bawah kuat tekan  
beton karakteristik.

S = standar deviasi ..... (kg/cm<sup>2</sup>)



Gambar 1 : Grafik hubungan kuat tekan beton ( $f_c'$ ) dengan jumlah benda uji (N)

### 1.3. Distribusi Gauss

Pada umumnya sebagian besar besaran fisika memenuhi hukum Distribusi Gauss, hanya sebagian kecil kelompok penting yang tidak mengiku-ti Distribusi Gauss, yaitu pengukuran Radio Aktif yang

memakai pencacah partikel dan scaler, untuk kelompok ini berlaku Hukum Poisson.

Distribusi Gauss berlaku untuk setiap besaran fisika yang pengukurannya dihindangi oleh gangguan-gangguan kecil yang banyak jumlahnya, sehingga tidak mungkin untuk diketahui semuanya. Masing-masing gangguan ini mempunyai kemungkinan yang sama besar yang mengakibatkan deviasi positif maupun negative terhadap kebenaran.

Sifat distribusi Gauss ini dinyatakan dalam bentuk: \*\*)

$$Y(x) = Y_0 \text{Exp} - \frac{1}{2q^2} (X - X_0)^2 \dots\dots\dots(1.3.1)$$

Dimana :

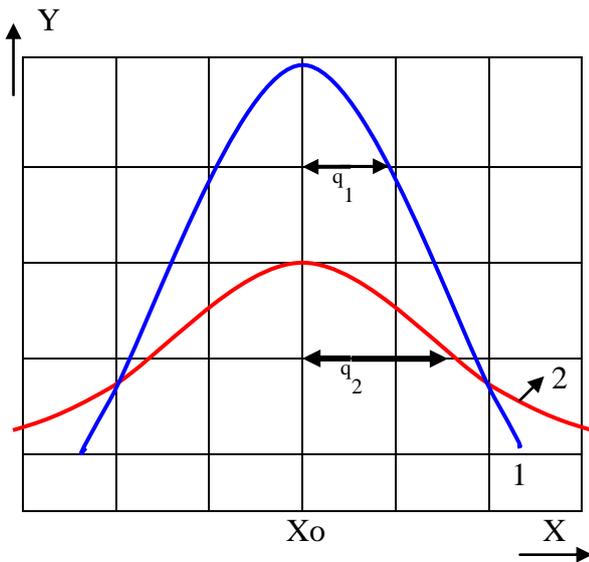
- X = besaran fisika yang diukur
- $X_0$  = nilai besar X
- Y = frekwensi X
- $Y_0$  = nilai maksimum Y
- q = Parameter yang berhubungan dengan ketelitian alat pengukur.

Besar kecilnya f menentukan landai-curamnya curve Distribusi Gauss, seperti diperlihatkan pada Gambar 2 :

Seperti terlihat pada gambar 2, bahwa distribusi Gauss menyebarkan secara simetris terhadap  $X = X_0$  .

---

\*\*) R.Darmawan Djoyoputro, Tiori ketidakpastian, menggunakan satuan S.I, Institut Tehnologi Bandung , 1980, hal. 8 – 9.



**Gambar 2: Curva Distribusi Gauss**

Persamaan (1.3.1) adalah rumusan hukum distribusi Gauss yang belum dinormalkan, apabila rumus ini dinormalkan maka persamaan (1.3.1) akan berubah menjadi :

$$F(x) = \frac{1}{Q\sqrt{2\pi}} \exp \left\{ -\frac{1}{2f^2} (x - x_0)^2 \right\} \quad (1.3.2)$$

Dimana :  $F(x)$  berbanding lurus dengan kemungkinan memperoleh suatu nilai  $x$ .

#### 1.4 . PEMBAHASAN.

Untuk membuktikan secara nyata dalam bentuk statistika dan matematika, asumsi-asumsi yang selama ini kita pakai dalam teknologi beton yang berkaitan dengan persamaan (1.2.1), yaitu :

$$f_{bk'} = f_{bm'} - 1,64 S$$

Pada persamaan (1.2.1) tersebut terdapat dua buah asumsi dasar yang akan dibuktikan di bawah ini.

1. Kuat tekan karakteristik mengikuti Hukum Distribusi Gauss.  
Artinya : Apabila kita memeriksa kuat tekan beton dari sejumlah besar benda uji, kita akan memperoleh kuat tekan beton yang bervariasi sedemikian rupa sehingga membentuk suatu kurva yang berbentuk lonceng yang disebut Kurva Distri-busi Gauss.
2. Koefisien penyesuaian "k" sebesar 1,64 dalam persamaan (1.2.1) menyatakan adanya 5% area destruktif atau dengan kata lain ada kemungkinan 5% diperoleh kuat tekan beton di bawah kuat tekan beton karakteristik.

## II. HUBUNGAN ANTARA FAKTOR YANG SALING MEMPENGARUHI.

### 2.1 Hubungan antara kuat tekan beton karakteristik dengan Deviasi Standar.

Sampai saat ini secara umum telah diakui, bahwa pada tingkat tertentu, standar deviasi akan terus bertambah besar sebanding dengan bertambahnya kuat tekan beton karakteristik hingga mendekati suatu harga tertentu, dan setelah melewati batas tersebut, standar deviasi tidak lagi tergantung pada pertambahan besar kuat tekan beton karaktestik.

Pada umumnya besar standar deviasi yang diperoleh dari hasil pelaksanaan dilapangan berkisar antara 40 - 60 kg/cm<sup>2</sup>. Dibawah ini dapat dilihat

Grafik hubungan antara kuat tekan beton karakteristik dengan standar deviasi. \*\*\*) Deviasi standarn adalah suatu tolok ukur untuk menyatakan variable-litas dari suatu mutu pelaksanaan pembuatan beton, besar-kecilnya standar deviasi mencerminkan ukuran mutu pelaksanaan suatu konstruksi beton yang dapat dinyatakan dalam bentuk :

$$S = \frac{(f_{bm}' - f_b')}{N - 1} \quad \text{----- (2.2.1)}$$

Dimana :

S = standar deviasi ... (kg/cm<sup>2</sup>)

$f_{bm}'$  = kuat tekan beton rata-rata (kg/cm<sup>2</sup>)

$f_b'$  = kuat tekan beton masing - masing benda (kg/cm<sup>2</sup>)

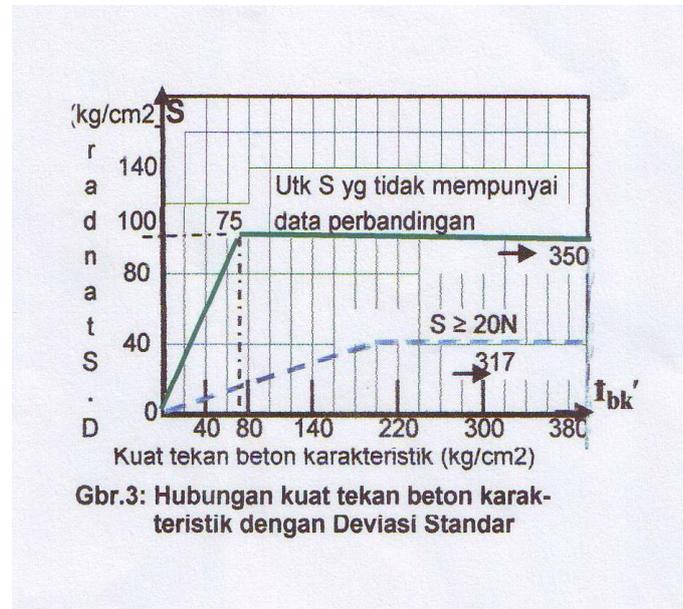
N = jumlah benda uji yang diobservasi minimum 20 buah

## 2.2. Hubungan antara factor penyesuaian “ k “ dengan besarnya persentase destruktif.

Sesuai dengan rekomondasi Internasional (UNESCO) untuk perencanaan pelaksanaan bangunan beton, yang tercamtum dalam (Comite Europeen du Beton) dan CIB (Conseil International du Bitument) , dan Pera-

-----  
 \*\*\*) Torben C, Hansen, Manual on Concrete mix.design and Quality Controle, Technical report No.21,United Nations Development, April 1978, p. 194.

turan Beton Bertulang Indonesia (PBI-1971) memakai persentase destruktif sebesar 5%, sehingga menghasilkan koefisien penyesuaian k = 1,64 .



## 2.3 Pertimbangan Ekonomi versus Pertimbangan Keamanan.

Pada Grafik hubungan antara kuat tekan beton karakteristik dengan jumlah benda uji (Gambar:1) , dapat dianalisa bahwa semakin be-sar koefisien penyesuaian k, maka akan semakin kecil persentase des-truktif yang terjadi. Dengan perkaan lain bahwa semakin besar koefisien penyesuaian k maka semakin aman suatu perencanaan pelaksanaan bangunan beton, namun dipihak lain, dengan semakin membesarnya factor koefisien penyesuaian k , maka semakin besar selisih antara target Mean Strength ( $f_{bm}'$ ) dengan kuat tekan beton karakteristik, atau akan semakin

boros/tidak ekonomis suatu perencanaan pelaksanaan bangunan beton.

Dengan pertimbangan ke-dua factor utama diatas, yaitu factor keamanan dan factor ekonomis , maka ditempuh jalan tengah dengan mengambil harga koefisien penyesuaian  $k = 1,64$ , dan persentase destruktif sebesar 5 %, sehingga dapat memenuhi kedua criteria tersebut diatas.

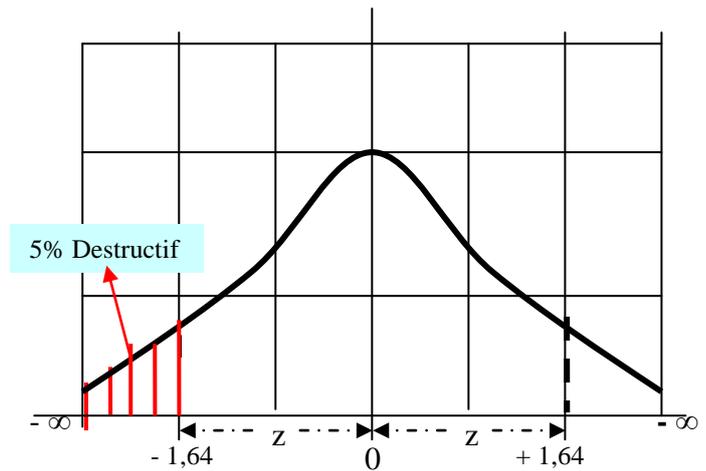
Dibawah ini dapat dilihat tabel nilai koefisien penyesuaian “k” dengan besarnya persentase destruktif yang koreponding. \*\*\*\*\*)

=====

Koefisien Penyesuaian k	% destruktif
1,28	10
<b>1,64</b>	<b>5</b>
1,96	2,5
2,33	1,0
2,58	0,5
2,88	0,2

### 2.3. Pembuktian Koefisien Penyesuaian $k = 1,64$ menghasilkan 5% daerah destruktif.

Untuk membuktikan factor penyesuaian  $k = 1,64$  menghasilkan 5 % daerah destruktif , perhatikan gambar ; 4 di bawah ini :



Gambar.: 4. Membuktikan Koefisien  $k = 1,64$  Menghasilkan 5% daerah destruktif

Dengan bantuan tabel : 4.1, area dibawah kurva standar normal dari  $0 - Z$  dibawah ini. Kita ketahui bahwa area di bawah kurva dari  $z = -\infty$  s/d  $z = +\infty = 1$ , oleh sebab itu untuk men cari luas area di bawah curva dari  $z = -\infty$  s/d  $z = -1,64 =$  luas area di bawah curva dari  $z = 0$  s/d  $z = +\infty$  dikurang dengan area di bawah kurva dari  $z = 0$  s/d  $z = +1,64$  , karena kurva berbentuk simetris .

$$\begin{aligned}
 \text{Area} &: z = -1,64 \text{ s/d } -\infty \\
 & \quad z = +1,64 \text{ s/d } +\infty \\
 & (z = 0 \text{ s/d } +\infty) - (z = 0 \text{ s/d } -1,64) \\
 & = 0,50 - 0,4495 \\
 & = 0,0505 = 0,05 = 5\%
 \end{aligned}$$

Jadi terbukti bahwa  $k = 1,64$  menghasilkan 5 % daerah destruktif.

\*\*\*\*\*) Spiegel R.Murray, Theory and Roblems of Statistics, Schaum’S Outline Serius, MC Milen book Company , 1972, P.196

### III. Kesimpulan

Dari uraian–uraian di atas dan pembuktiannya, maka dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut :

1. Kuat tekan beton karakteristik Mengikuti hukum distribusi GAUSS atau distribusi Normal.
2. Koefisien penyesuaian :  $k = 1,64$   
Dalam rumus kuat tekan beton Karakteristik dapat dibuktikan bahwa kemungkinan kuat tekan beton karakteristik menghasilkan area destruktif 5 %, atau kuat tekan beton di bawah kuat tekan beton karakteristik maksimum 5% .

### DAFTAR PUSTAKA

1. B. Darmawan Djonoputro , Teori Ketidak Pastian , Menggunakan Satuan S I Institut Tehnologi Bandung, 1980 .
1. F.K.Hong & R.H.Evans, Reinforced and Prestressed Concrete, E.L.B.S. and Nelson, 2<sup>nd</sup> edition, 1980.
2. Kusnadi, Pengantar dalam Tehnologi Beton, Direktorat Jendral Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, 1977.
3. Murray R. Spiegel, Theory dan Problems of Statistics, Schaum's Outline Series, Mc Graw Hill Book Company, S.I, edition, 1972.
4. Panitia Pembaharuan Peraturan Beton Bertulangn Indonesia, Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 (NI-2), Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik , 1971.
5. Torben C. Hansen, Manual on Concrete Mix Design and Quality Control, Technical Report No.21, United Nations Development Programme, April 1978.
6. Unesco, Reinforced Concrete, an International Manual, Batterworths, London, 1971.

