

MODUL II.b MELAKSANAKAN UJI KUAT TEKAN BETON

A. STANDAR KOMPETENSI:

Membuat Adukan Beton Segar untuk Pengujian Laboratorium

B. KOMPETENSI DASAR:

Melaksanakan uji kuat tekan beton

C. MATERI PEMBELAJARAN:

1. Sifat Mekanis Beton Keras
2. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kuat Tekan Beton
3. Tata Cara Pembuatan Benda Uji Kuat Tekan Beton Menurut SNI 03-2493-1991
4. Tata Cara Pengujian Kuat Tekan Beton Menurut SNI 03-1974-1990
5. Perhitungan Kuat Tekan Beton dan Konversi Bentuk pada Benda Uji Silinder dan Kubus

D. STRUKTUR PEMBELAJARAN:

Teori dan Praktek

E. INDIKATOR:

1. Menjelaskan pengertian kuat tekan beton
2. Menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton
3. Menghitung kuat tekan beton dengan benda uji silinder dan kubus
4. Menghitung kuat tekan beton dengan memperhatikan faktor bentuk
5. Menjelaskan tata cara pembuatan benda uji kuat tekan beton sesuai dengan SNI 03-2493-1991
6. Menjelaskan tata cara pengujian kuat tekan beton sesuai dengan SNI 03-1974-1990
7. Mempersiapkan peralatan untuk pembuatan benda uji kuat tekan sesuai dengan SNI 03-1974-1990
8. Membuat benda uji kuat tekan beton menurut 03-2493-1991
9. Merawat benda uji kuat tekan beton menurut 03-2493-1991
10. Melakukan uji kuat tekan beton menurut SNI 03-1974-1990
11. Menghitung hasil uji kuat tekan beton

F. PENILAIAN:

- | | |
|----------------------|------|
| 1. Proses Kerja | 30 % |
| 2. Hasil | 50 % |
| 3. Keselamatan kerja | 10 % |
| 4. Laporan Kerja | 10 % |

G. ALOKASI WAKTU:

- 2 Jam Tatap Muka
- 4 (8) Jam Praktek

H. SUMBER PUSTAKA:

Anonim, (1990), SNI 03-1974-1990, *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*, Badan Standarisasi Nasional.

Anonim, (1991), SNI 03-2493-1991, *Metode Pembuatan dan Perawatan Benda Uji di Laboratorium*, Badan Standarisasi Nasional.

Gani, M.S.J., (1997), *Cement and Concrete*, London: Chapman & Hall.

Kardiyono Tjokrodinuljo, (1996), *Teknologi Beton*, Yogyakarta: Penerbit Nafiri.

Mindes, S., Young, J.F., and Darwin, D., (2003), *Concrete 2nd Edition*, New Jersey: Prentice Hall.

Neville, A.M., (1997), *Properties of Concrete*, New York: John Wiley & Sons. Inc.

I. INFORMASI LATAR BELAKANG:

1. Pendahuluan

Beton keras dapat dikategorikan berkualitas baik jika mempunyai sifat-sifat kuat, awet, kedap air dan memiliki kemungkinan perubahan dimensi yang kecil. Pengujian sifat-sifat mekanis beton keras yang sering dilakukan, di antaranya adalah: a) kuat tekan, b) kuat tarik belah, c) kuat lentur, dan d) modulus elastisitas beton.

Kuat tekan beton merupakan parameter utama yang harus diketahui dan dapat memberikan gambaran tentang hampir semua sifat-sifat mekanisnya yang lain dari beton tersebut. Hal ini dikarenakan karakteristik utama beton adalah sangat kuat dalam menahan gaya tekan, tetapi sangat lemah dalam menerima gaya tarik. Kuat tarik beton hanya berkisar antara 10% sampai 15% dari kuat tekan beton. Dalam perencanaan struktur beton bertulang, beton diasumsikan hanya berperan dalam menahan gaya tekan dan sama sekali tidak memberikan kontribusi dalam menahan gaya tarik.

2. Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah kemampuan beton keras untuk menahan gaya tekan dalam setiap satu satuan luas permukaan beton. Secara teoritis, kekuatan tekan beton dipengaruhi oleh kekuatan komponen-komponennya yaitu; a) pasta semen, b) volume rongga, c) agregat, dan d) *interface* (hubungan antar muka) antara pasta semen dengan agregat. Dalam pelaksanaannya di lapangan, faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan beton adalah:

- Nilai faktor air semen. Untuk memperoleh beton yang mudah dikerjakan, diperlukan faktor air semen minimal 0,35. Jika terlalu banyak air yang digunakan, maka akan berakibat kualitas beton menjadi buruk. Jika nilai faktor air semen lebih dari 0,60, maka akan berakibat kualitas beton yang dihasilkan menjadi kurang baik.
- Rasio agregat-semen. Pasta semen berfungsi sebagai perekat butir-butir agregat, sehingga semakin besar rasio agregat-semen semakin buruk kualitas beton yang dihasilkan, karena kuantitas pasta semen yang menyelimuti agregat menjadi berkurang.
- Derajat kepadatan. Semakin baik cara pemadatan beton segar, semakin baik pula kualitas yang dihasilkan. Pemadatan di lapangan biasa dilakukan dengan potongan besi tulangan $\varnothing 16$ yang ditumpulkan, atau dengan alat bantu vibrator.
- Umur beton. Semakin bertambah umur beton, semakin meningkat pula kuat tekan beton. Pada umumnya, pelaksanaan di lapangan, bekisting dapat dilepas setelah berumur 14 hari, dan dianggap mencapai kuat tekan 100% pada umur 28 hari.
- Cara perawatan. Beton dirawat di laboratorium dengan cara perendaman, sedangkan di lapangan dilakukan dengan cara perawatan lembab (menutup beton dengan karung basah) selama 7-14 hari.
- Jenis semen. Semen tipe I cenderung bereaksi lebih cepat daripada PPC. Semen tipe I akan mencapai kekuatan 100% pada umur 28 hari,

sedangkan PPC diasumsikan mencapai kekuatan 100% pada umur 90 hari.

- Jumlah semen. Semakin banyak jumlah semen yang digunakan, semakin baik kualitas beton yang dihasilkan, karena pasta semen yang berfungsi sebagai matriks pengikat jumlahnya cukup untuk menyelimuti luasan permukaan agregat yang digunakan.
- Kualitas agregat yang meliputi: a) gradasi, b) tekstur permukaan, c) bentuk, d) kekuatan, e) kekakuan, dan f) ukuran maksimum agregat.

Prosedur pengujian kuat tekan beton di Indonesia dapat dilakukan dengan mengacu SNI : 03-1974-1990. Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil uji kuat tekan beton meliputi: a) kondisi ujung benda uji, b) ukuran benda uji, c) rasio diameter benda uji terhadap ukuran maksimum agregat, d) rasio panjang terhadap diameter benda uji, e) kondisi kelembaban, f) suhu benda uji, g) arah pembebanan terhadap arah pengecoran, h) laju penambahan beban pada *compression testing machine*, dan i) bentuk geometri benda uji.

3. Tata Cara Pengujian Kuat Tekan Beton Menurut SNI 03-1974-1990

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh alat uji tekan. Peralatan yang diperlukan dalam pelaksanaan uji kuat tekan beton menurut SNI 03-1974-1990, terdiri dari:

- Cetakan silinder dengan diameter 152 mm dan tinggi 305 mm,
- Tongkat pemadat terbuat dari baja yang bersih dan bebas karat, berdiameter 16 mm, panjang 600 mm, dan ujungnya dibulatkan,
- Mesin pengaduk (*mixer*),
- Timbangan,
- Mesin uji tekan (*compression testing machine*),
- Sendok cekung,
- Sarung tangan.

Untuk keperluan uji kuat tekan beton, perlu dipersiapkan adukan beton dengan volume 10% lebih banyak daripada volume yang dibutuhkan. Pengadukan campuran beton dapat dilakukan dengan mesin (*mixer*) ataupun secara manual dengan tangan. Perlu dicatat bahwa pengadukan dengan tangan akan menyebabkan hasil pekerjaan kurang baik. Menurut SNI 03-2493-1991, pengadukan secara manual hanya diperbolehkan maksimal 7 liter adukan setiap kali dilakukan pengadukan.

Untuk membuat benda uji kuat tekan beton harus diikuti beberapa tahapan perlakuan beton segar sebagai berikut:

- a. Mengisi cetakan dengan adukan beton dalam 3 lapis, yang setiap lapisnya dipadatkan dengan 25 kali tusukan secara merata.
- b. Meratakan permukaan beton.
- c. Menutup permukaan benda uji dengan bahan kedap air dan biarkan selama 24 jam.
- d. Membuka cetakan dan keluarkan benda uji.
- e. Merendam dalam bak perendam berisi air pada temperatur ± 25 °C.

Pada tahapan persiapan pengujian, benda uji harus diperlakukan sebagai berikut:

- a. Mengambil benda uji dari bak perendam.
- b. Membersihkan kotoran yang menempel dengan kain basah.
- c. Menentukan berat dan ukuran benda uji.
- d. Melapisi permukaan atas dan bawah benda uji dengan mortar belerang (*capping*) dengan cara sebagai berikut; (1) melelehkan mortar belerang di dalam pot peleleh yang dinding dalamnya telah dilapisi tipis dengan lemak, (2) meletakkan benda uji tegak lurus pada cetakan, (c) angkat benda uji dari cetakan lalu anggn-anginkan.
- e. benda uji siap diperiksa.

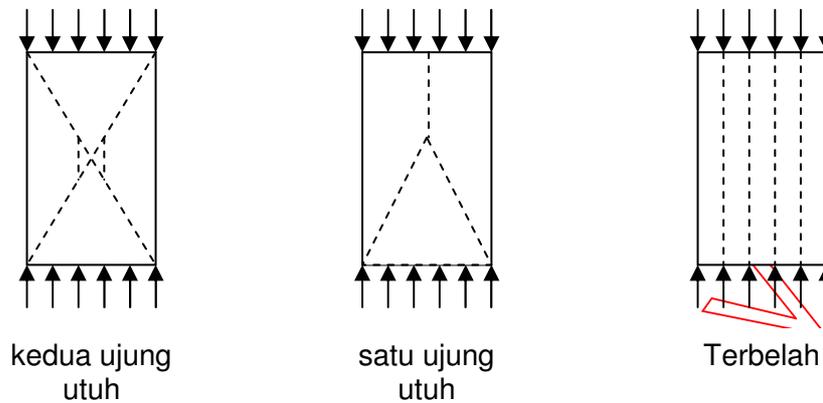


Gambar 1. Pelaksanaan Uji Tekan Beton

Setelah benda uji siap, prosedur pengujian dapat mulai dilaksanakan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Meletakkan benda uji pada mesin tekan secara sentris.
- b. Menjalankan mesin tekan dengan penambahan beban antara 2 sampai 4 kg/cm² per-detik.
- c. Melakukan pembebanan sampai benda uji menjadi hancur.
- d. Mencatat beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji.
- e. Menggambar/mendokumentasikan bentuk kerusakan benda uji.
- f. Mencatat keadaan benda uji.
- g. Menghitung kuat tekan beton, yaitu besarnya beban persatuan luas.

Pada umumnya bentuk benda uji silinder yang telah mengalami kerusakan setelah dilakukan pengujian dapat dibedakan menjadi tiga, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Bentuk-Bentuk Kerusakan Benda Uji

Kuat tekan beton dihitung berdasarkan besarnya beban persatuan luas, menurut Persamaan berikut:

$$f_c = \frac{P}{A}$$

di mana ; f_c = kuat tekan beton (MPa)

P = beban maksimum (N)

A = luas penampang benda uji (mm^2)

Contoh:

Uji kuat tekan dilakukan pada sebuah silinder beton yang berumur 28 hari, dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Beban yang terbaca pada manometer alat uji tekan sebesar 40 ton. Hitung kuat tekan benda uji tersebut!

Jawab:

$$f_c = \frac{P}{A} = \frac{400000N}{(0,25 \cdot \pi \cdot 150^2) \text{ mm}^2} = 22,64 \text{ N/mm}^2 = 22,64 \text{ MPa}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, benda uji tersebut mampu menahan gaya tekan sebesar 22,64 N untuk setiap luasan satu mm^2 .

Hasil uji kuat tekan beton di laboratorium biasanya disajikan dalam bentuk tabel, sebagaimana ditunjukkan pada contoh berikut:

HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON

Nomor : Diterima tanggal :
 Pengirim :
 Keperluan :

| No. | Tanda / Kode | Tgl. dibuat | Tinggi (mm) | Sisi/diameter (mm) | Berat (kg) | b.j. (kg/m ³) | Tgl. diuji | Umur (hr) | Beban maks. (kN) | Kuat tekan (MPa) | Perkiraan 28 hari (MPa) | Rata-Rata (MPa) |
|-----|--------------|-------------|-------------|--------------------|------------|---------------------------|------------|-----------|------------------|------------------|-------------------------|-----------------|
| 1. | BA 4003 | 24-7-02 | 302 | 150 | 11,6 | 2166 | 31-7-02 | 7 | 280 | 15,80 | | 15,46 |
| 2. | BA 4003 | 24-7-02 | 310 | 151 | 12,0 | 2176 | 31-7-02 | 7 | 250 | 14,04 | | |
| 3. | BA 4003 | 24-7-02 | 307 | 149 | 11,3 | 2101 | 31-7-02 | 7 | 290 | 16,54 | | |
| 4. | BA 4003 | 24-7-02 | 307 | 150 | 11,9 | 2193 | 7-8-02 | 14 | 370 | 20,93 | | 20,94 |
| 5. | BA 4003 | 24-7-02 | 302 | 150 | 11,7 | 2192 | 7-8-02 | 14 | 400 | 22,64 | | |
| 6. | BA 4003 | 24-7-02 | 304 | 150 | 12,0 | 2233 | 7-8-02 | 14 | 340 | 19,24 | | |
| 7. | BA 4003 | 24-7-02 | 303 | 150 | 11,8 | 2204 | 21-8-02 | 28 | 535 | 30,28 | | 26,26 |
| 8. | BA 4003 | 24-7-02 | 306 | 150 | 11,8 | 2182 | 21-8-02 | 28 | 400 | 22,64 | | |
| 9. | BA 4003 | 24-7-02 | 305 | 150 | 11,7 | 2170 | 21-8-02 | 28 | 470 | 26,60 | | |
| 10. | BA 4003 | 24-7-02 | 302 | 150 | 11,7 | 2192 | 18-9-02 | 56 | 465 | 26,31 | | 27,54 |
| 11. | BA 4003 | 24-7-02 | 309 | 150 | 12,0 | 2198 | 18-9-02 | 56 | 555 | 31,41 | | |
| 12. | BA 4003 | 24-7-02 | 307 | 150 | 12,0 | 2212 | 18-9-02 | 56 | 440 | 24,90 | | |
| 13. | BNTD 4003 | 25-7-02 | 303 | 150 | 11,3 | 2110 | 19-8-02 | 56 | 480 | 27,16 | | 28,86 |
| 14. | BNTD 4003 | 25-7-02 | 302 | 150 | 11,4 | 2136 | 19-8-02 | 56 | 610 | 34,52 | | |
| 15. | BNTD 4003 | 25-7-02 | 304 | 150 | 11,4 | 2122 | 19-8-02 | 56 | 440 | 24,90 | | |
| 16. | BNP 4003 | 25-7-02 | 303 | 150 | 11,6 | 2166 | 19-8-02 | 56 | 665 | 37,63 | | 36,69 |
| 17. | BNP 4003 | 25-7-02 | 303 | 150 | 11,7 | 2185 | 19-8-02 | 56 | 640 | 36,22 | | |
| 18. | BNP 4003 | 25-7-02 | 304 | 150 | 11,7 | 2178 | 19-8-02 | 56 | 640 | 36,22 | | |

Keterangan (a) tanggal dibuat diisi menurut informasi pengirim benda uji

(b) Kuat tekan silinder = 0,83 Kuat tekan kubus

(c) 1 MPa = 10 kg/cm²

Yogyakarta,

Dikerjakan oleh

Kepala

4. Konversi Kuat Tekan Berdasarkan Ukuran, Bentuk, dan Umur Benda Uji

Bentuk dan ukuran benda uji akan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap hasil pengujian kuat tekan yang dilakukan. Dalam SNI 03-1974-1990 disebutkan bahwa benda uji standar yang dapat digunakan dalam uji kuat tekan beton adalah silinder beton dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Meskipun demikian, tidak tertutup kemungkinan untuk menggunakan bentuk dan ukuran benda uji yang lain, dengan konsekuensi harus dilakukan koreksi terhadap nilai hasil pengujian yang diperoleh.

Ukuran benda uji tidak boleh kurang dari 3 kali ukuran maksimum agregat kasar yang digunakan untuk meminimalisasi pengaruh ketidakseragaman bahan beton dalam benda uji. Menurut SNI 03-2493-1991 tentang Metode Pembuatan dan Perawatan Benda Uji di Laboratorium, diameter benda uji silinder tidak boleh kurang dari 5 cm. Untuk benda uji berbentuk silinder, disyaratkan panjang silinder sama dengan 2 kali diameter silinder. Oleh karena beton merupakan bahan komposit dari berbagai bahan penyusun yang kekuatannya tidak sama, ada kecenderungan semakin besar benda uji, kekuatannya semakin mendekati kekuatan bahan penyusun yang terendah. Dengan demikian, semakin besar benda uji, semakin kecil kekuatannya. Tabel 1 memberikan gambaran tentang perbandingan kuat tekan dari berbagai ukuran silinder beton.

Tabel 1. Perbandingan Kuat Tekan Berbagai Ukuran Silinder Beton

| Ukuran Silinder | | Kuat tekan (%) |
|-----------------|--------------|----------------|
| Diameter (mm) | Panjang (mm) | |
| 50 | 100 | 109 |
| 75 | 150 | 106 |
| 150 | 300 | 100 |
| 200 | 400 | 96 |

Contoh:

Uji kuat tekan dilakukan pada sebuah silinder beton yang berumur 28 hari, dengan diameter 75 mm dan tinggi 150 mm. Beban yang terbaca pada manometer alat uji tekan sebesar 12 ton. Hitung kuat tekan benda uji tersebut!

Jawab:

Kuat tekan hasil pengujian silinder beton:

$$f_c = \frac{P}{A} = \frac{120000N}{(0,25 \cdot \pi \cdot 75^2) \text{ mm}^2} = 27,16 \text{ N/mm}^2 = 27,16 \text{ MPa}$$

Konversi hasil uji kuat tekan menjadi ukuran silinder standar dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm:

$$f_c = \frac{27,16}{1,06} = 25,62 \text{ MPa}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, benda uji tersebut memiliki kuat tekan yang setara dengan 25,62 MPa, jika dilakukan pengujian dengan silinder beton yang berdiameter 150 mm dan tinggi 300 mm.

Apabila dilakukan uji kuat tekan pada benda uji silinder beton dengan perbandingan panjang terhadap diameter silinder tidak sama dengan 2, maka harus dilakukan koreksi nilai kuat tekan, dengan faktor koreksi yang tercantum pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Kuat Tekan Berbagai Rasio Panjang/Diameter Silinder Beton

| Perbandingan Panjang/Diameter | Koreksi |
|-------------------------------|---------|
| 2,00 | 1,00 |
| 1,75 | 0,98 |
| 1,50 | 0,97 |
| 1,00 | 0,91 |

Contoh:

Uji kuat tekan dilakukan pada sebuah silinder beton yang berumur 28 hari, dengan diameter 150 mm dan tinggi 150 mm. Beban yang terbaca pada manometer alat uji tekan sebesar 40 ton. Hitung kuat tekan benda uji tersebut!

Jawab:

Kuat tekan hasil pengujian silinder beton:

$$f_c = \frac{P}{A} = \frac{400000N}{(0,25 \cdot \pi \cdot 150^2) \text{ mm}^2} = 22,64 \text{ N/mm}^2 = 22,64 \text{ MPa}$$

Konversi hasil uji kuat tekan menjadi ukuran silinder standar dengan diameter 150 cm dan tinggi 300 mm:

$$f_c = 22,64 \times 0,91 = 20,60 \text{ MPa}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, benda uji tersebut memiliki kuat tekan yang setara dengan 20,60 MPa, jika dilakukan pengujian dengan silinder beton yang berdiameter 150 cm dan tinggi 300 mm.

Apabila dalam uji kuat tekan beton digunakan benda uji berbentuk kubus dengan ukuran masing-masing sisi 15 cm, maka harus dilakukan konversi untuk memperoleh nilai kuat tekan setara silinder (f_c') dengan Persamaan berikut:

$$f_c = \left\{ 0,76 + 0,2^{10} \log\left(\frac{f_{ck}}{15}\right) \right\} \cdot f_{ck}$$

dimana:

f_{ck} = kuat tekan kubus yang diperoleh dari pengujian beton (MPa)

f_c = kuat tekan silinder beton ekuivalen (MPa)

Contoh:

Uji kuat tekan dilakukan pada sebuah kubus beton yang berumur 28 hari, dengan sisi 15 cm. Beban yang terbaca pada manometer alat uji tekan sebesar 45 ton. Hitung kuat tekan benda uji tersebut!

Jawab:

Kuat tekan hasil pengujian kubus beton:

$$f_c = \frac{P}{A} = \frac{45000 \text{ kg}}{15 \times 15 \text{ cm}^2} = 200 \text{ kg/cm}^2 = 20 \text{ MPa}$$

Konversi hasil uji kuat tekan menjadi ukuran silinder standar dengan diameter 150 cm dan tinggi 300 mm:

$$f_c = \left\{ 0,76 + 0,2^{10} \log\left(\frac{f_{ck}}{15}\right) \right\} \cdot f_{ck} = \left\{ 0,76 + 0,2^{10} \log\left(\frac{20}{15}\right) \right\} 20$$

$$= 0,79 \times 20 = 15,8 \text{ MPa}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, benda uji tersebut memiliki kuat tekan yang setara dengan 15,8 MPa, jika dilakukan pengujian dengan silinder beton yang berdiameter 150 mm dan tinggi 300 mm.

Nilai kuat tekan beton (f_c) harus didasarkan pada hasil pengujian saat umur beton mencapai 28 hari. Apabila diperoleh data kuat tekan selain umur 28 hari, maka harus digunakan faktor konversi pada Tabel 3 berikut:

| | | | | | |
|----------------|------|-----|------|------|------|
| Umur Beton | 3 | 7 | 14 | 21 | 28 |
| Semen Portland | 0,48 | 0,7 | 0,88 | 0,96 | 1,00 |

Contoh:

Uji kuat tekan dilakukan pada sebuah silinder beton yang berumur 14 hari, dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Beban yang terbaca pada manometer alat uji tekan sebesar 40 ton. Hitung kuat tekan benda uji tersebut!

Jawab:

Kuat tekan benda uji silinder pada umur 14 hari:

$$f_c = \frac{P}{A} = \frac{400000 \text{ N}}{(0,25 \cdot \pi \cdot 150^2) \text{ mm}^2} = 22,64 \text{ N/mm}^2 = 22,64 \text{ MPa}$$

Konversi hasil uji kuat tekan menjadi perkiraan kuat tekan silinder standar dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm, pada umur 28 hari:

$$f_c = \frac{22,64}{0,88} = 25,73 \text{ MPa}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, benda uji tersebut memiliki kuat tekan yang setara dengan 25,73 MPa, jika dilakukan pengujian dengan silinder beton yang berumur 28 hari, berdiameter 150 mm dan tinggi 300 mm.

5. Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Hal-hal yang perlu diperhatikan untuk menjamin kesehatan dan keselamatan kerja antara lain:

- a. Memakai pakaian kerja dengan lengkap dan benar.
- b. Membersihkan tempat kerja dari kotoran yang mengganggu.
- c. Menempatkan alat-alat dan bahan-bahan di tempat yang mudah dijangkau dan aman untuk mendapatkan ruang kerja yang ideal.
- d. Menggunakan alat sesuai dengan fungsinya.
- e. Tidak memegang beton segar dan jangan terlalu sering mencuci tangan saat bekerja, karena dapat mengakibatkan iritasi pada kulit telapak tangan.
- f. Bekerja dengan teliti, hati-hati dan penuh konsentrasi.