

# KAJIAN KUAT TEKAN BETON BERDASARKAN KONDISI BAKAR DAN TANPA BAKAR (Studi Mutu Beton 20 MPa Menggunakan Metode American Concrete Institute)

Ferdiansyah Novriza<sup>1</sup>, Desi Yanaz, Syukris

<sup>1,2,3</sup> Prodi Konstruksi Pondasi, Beton, dan Pengaspalan Jalan

Jalan Iskandar Muda – Komplek STTU Alue Peunyareng, Meulaboh – Aceh Barat 23615

Email : ferdiansyahnovriza@aknacehbarat.ac.id

**Abstrak**—Beton merupakan salah satu campuran material yang sangat banyak digunakan dalam setiap pekerjaan konstruksi, baik untuk kegiatan bangunan, jalan atau pembuatan jembatan. Beton memiliki kriteria yang berbeda-beda sesuai dengan perencanaan yang telah disepakati. Mutu suatu beton sangat dipengaruhi oleh material pembentuknya ataupun dari sisi perawatannya. Mutu beton dapat berkurang dikarenakan terjadinya hal yang tidak diinginkan seperti terjadinya kebakaran. Proses pemanasan berlebih terhadap suatu beton tidak direncanakan pada tahapan perencanaan beton sehingga bisa saja mengurangi atau menambah mutu beton tersebut. Oleh karena itu tujuan dari pada penelitian ini adalah untuk membandingkan kuat tekan beton yang terjadi akibat pembakaran dengan kuat tekan beton normal. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan metode *American Concrete Institute (ACI)*. Penelitian ini dilakukan terhadap mutu beton 20 MPa dengan sampel berbentuk silinder dengan jumlah sampel penelitian pada masing-masing sampel beton sebanyak 8 buah dengan pembagian sampel penelitian 4 sampel untuk dibakar dan 4 sampel untuk kondisi normal. Pembakaran dilakukan pada suhu >250°C dan lamanya pembakaran selama 3 jam. Berdasarkan hasil penelitian terhadap sampel yang di uji diperoleh mutu beton untuk kondisi beton kondisi bakar berturut-turut sebesar 17,7 Mpa, 20,9 Mpa, 11,4 MPa, dan 21,7 MPa. Sedangkan untuk kondisi beton normal diperoleh sebesar 25,8 MPa, 26,67 MPa, 28,4 MPa dan 22,5 MPa. Berdasarkan kuat tekan beton dengan pembakaran didapatkan kuat tekan rata-rata sebesar 17.925 MPa. Sedangkan pada perlakuan beton normal tanpa bakar diperoleh kuat tekan rata-rata sebesar 27.00 MPa. Sehingga penurunan kuat tekan beton akibat terjadinya kebakaran adalah sebesar 33,61% dari kondisi beton normal.

**Kata kunci:** *Kuat Tekan Beton, American Concrete Institute, Beton Bakar.*

**Abstract**—Concrete is a mixture of materials widely used in every construction work such as in building, road, and bridge. Concrete has different criteria according to agreed plans. The quality of concrete is greatly influenced by its material and maintenance. Concrete quality can be reduced due to fire. The overheating process of concrete is not planned at the concrete planning stage. Therefore, it may reduce or increase the quality of the concrete. The current study aimed to compare the press strength of combusted and normal concrete. The American Concrete Institute (ACI) method was employed in the study. This study was conducted on the 20 MPa cylindrical concrete for a total of 8 samples. Four samples were set to be burned while the other four were in normal conditions. Combustion is carried out at temperatures above 250°C for the duration of 3 hours. The results showed that the concrete quality of the combusted concrete was 17.7 Mpa, 20.9 Mpa, 11.4 MPa, and 21.7 MPa, respectively while the normal concrete obtained 25.8 MPa, 26.67 MPa, 28.4 MPa, and 22.5 MPa respectively. The average press strength for combusted concrete was 17,925 MPa while the normal concrete without combustion was 27.00 MPa. It can be concluded that combustion reduced the press strength of the concrete at about 33.61% compared to the normal concrete.

**Keywords:** *Concrete Press Strength, American Concrete Institute, Burned Concrete*

## I. PENDAHULUAN

Pekerjaan konstruksi semakin meningkat dari tahun ke tahun, oleh karena itu didalam bisnis konstruksi terjadi persaingan yang sangat ketat. Sebagai salah satu yang memiliki peran penting, perusahaan konstruksi harus memiliki kompetensi tinggi dalam mengerjakan setiap tahapan proyek konstruksi. Salah satu hal yang penting yang harus dikuasai adalah pengendalian dan pengawasan mutu pada struktur beton, terutama kekuatan tekan beton yang syaratkan dan ketahanannya jika terjadi kebakaran, gempa dan lain-lain.

Beton digunakan dalam semua aspek ilmu teknik sipil. Misalnya pada konstruksi bangunan air, jalan, bangunan dan lain-lain. Artinya hampir semua struktur dalam teknik sipil akan menggunakan beton dalam proses pelaksanaannya. Sehingga beton menjadi bahan bangunan yang sangat penting dilihat dari volume pengerjaan yang cukup besar jumlahnya.

Kuat tekan beton itu tidak memenuhi angka yang diisyaratkan, maka akan mengakibatkan kegagalan pada konstruksi dan menimbulkan kerugian yang besar. Kegagalan konstruksi beton juga dapat terjadi karena perubahan temperature yang cukup tinggi, seperti yang

terjadi pada peristiwa kebakaran sehingga akan berpengaruh terhadap elemen-elemen struktur beton.

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan antara mutu beton yang dibakar dan tanpa bakar sehingga didapatkan persentase perbedaan mutu beton yang telah direncanakan dengan kondisi setelah pembakaran.

II. KAJIAN KEPUSTAKAAN

A. Deskripsi Beton

Beton didapat dari pencampuran bahan-bahan agregat halus dan kasar yaitu pasir, batu pecah, atau bahan lainnya dengan menambahkan secukupnya bahan perekat semen, dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung [1].

Parameter yang paling mempengaruhi kekuatan beton antara lain:

- a. Kualitas semen
- b. Proporsi semen terhadap campuran
- c. Kekuatan dan kebersihan agregat
- d. Interaksi atau adhesi antar pasta semen dan agregat
- e. Pencampuran yang cukup dari bahan-bahan pembentuk beton
- f. Perawatan beton
- g. Kandungan klorida tidak melebihi 0,15 % dalam beton yang di ekspos dan 1% bagi beton yang tidak di ekspos.

B. Material Penyusun Beton

Beton umumnya tersusun dari tiga bahan penyusun utama yaitu semen, agregat dan air. Jika diperlukan bahan tambahan (*Admixture*) dapat ditambahkan untuk mengubah sifat-sifat tertentu dari beton yang bersangkutan pada umumnya, beton mengandung rongga udara sekitar 1 -2%, pasta semen 25-40% dan agregat sekitar 60-70% [2].

C. Perencanaan Campuran (Mix Design) Beton

Perencanaan campuran beton dapat dilakukan dengan beberapa metode antara lain:

- 1. Modifikasi ACI (American Concrete Institute)
- 2. DOE (British Departement of Environment)
- 3. Nisco Maser (Jepang)
- 4. LJ Murdock (Inggris)

D. Modifikasi ACI (American Concrete Institute)

Metode *American Concrete Institute* (ACI) mensyaratkan suatu campuran perancangan beton dengan mempertimbangkan sisi ekonomisnya dengan memperhatikan ketersediaan bahan-bahan di lapangan, kemudahan pekerjaan, serta keawetan kekuatan dan pekerja beton. Cara ACI melihat bahwa dengan ukuran agregat tertentu, jumlah air perkubik akan menentukan tingkat konsistensi dari campuran beton yang pada akhirnya akan mempengaruhi pelaksanaan pekerjaan (*workability*).

Langkah perencanaan metode ACI antara lain adalah [4]:

- 1. Hitung kuat tekan rata-rata beton, berdasarkan kuat tekan rencana dan margin,

$$f'_{cr} = m + f'_{c} \dots \dots \dots (1)$$

- a.  $m = 1.64 * S_d$ , standar deviasi diambil berdasarkan data yang lalu, jika tidak ada diambil dari Tabel 2.1 berdasarkan mutu pelaksanaan yang diinginkan.
- b. Kuat tekan rencana ( $f'_{c}$ ) ditentukan berdasarkan rencana atau dari hasil uji yang lalu.

Tabel 2.1 Nilai Standar Deviasi

| Volume Pekerjaan                     | Mutu Pelaksanaan (Mpa) |                |                |
|--------------------------------------|------------------------|----------------|----------------|
|                                      | Baik Sekali            | Baik           | Cukup          |
| Kecil (< 1000 m <sup>3</sup> )       | 4.5 < sd ≤ 5.5         | 5.5 < sd ≤ 6.5 | 6.5 < sd < 8.5 |
| Sedang (1000 - 3000 m <sup>3</sup> ) | 3.5 < sd ≤ 4.5         | 4.5 < sd ≤ 5.5 | 5.5 < sd < 7.5 |
| Besar (> 3000 m <sup>3</sup> )       | 2.5 < sd ≤ 3.5         | 3.5 < sd ≤ 4.5 | 4.5 < sd < 6.5 |

Tabel 2.2. Slump yang disyaratkan untuk berbagai konsentrasi menurut ACI

| Jenis Konstruksi                                       | Slump (mm) |         |
|--|------------|---------|
|  | Maksimum   | Minimum |
| - Dinding Penahan dan Pondasi                          | 76.2       | 25.4    |
| - Pondasi sederhana, sumuran, dan dinding sub struktur | 76.2       | 25.4    |
| - Balok dan dinding beton                              | 101.6      | 25.4    |
| - Kolom struktural                                     | 101.6      | 25.4    |
| - Perkerasan dan slab                                  | 76.2       | 25.4    |
| - Beton masal  | 50.8       | 25.4    |

Ukuran maksimum agregat dihitung dari 1/3 tebal plate dan atau 3/4 jarak bersih antar baja tulangan, tendon, *bundle bar*, atau *ducting* dan atau 1/5 jarak terkecil bidang bekisting ambil yang terkecil, jika tidak diambil dari Tabel 2.3.

Tabel. 2.3 Ukuran maksimum agregat

| Dimensi Minimim, mm | Balok / kolom | Plat  |
|---------------------|---------------|-------|
| 62.5                | 12.5 mm       | 20 mm |
| 150                 | 40 mm         | 40 mm |
| 300                 | 40 mm         | 80 mm |
| 750                 | 80 mm         | 80 mm |

- 3. Tetapkan jumlah air yang dibutuhkan berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai slump dari Tabel 2.4

Tabel 2.4 Perkiraan air campuran

| Slump (mm)   | Air (lt/m <sup>3</sup> ) |         |         |         |         |         |         |          |
|--|--------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
|  | 9.5 mm                   | 12.7 mm | 19.1 mm | 25.4 mm | 38.1 mm | 50.8 mm | 76.2 mm | 152.4 mm |
| 25.4 s/d 50.8  | 210                      | 201     | 189     | 180     | 165     | 156     | 132     | 114      |
| 76.2 s/d 127   | 231                      | 219     | 204     | 195     | 180     | 171     | 147     | 126      |
| 152.4 s/d 177.8  | 246                      | 231     | 216     | 204     | 189     | 180     | 162     | -        |
| Mendekati jumlah kandungan udara dalam beton air entrained (%) | 3.0                      | 2.5     | 2.0     | 1.5     | 1.0     | 0.5     | 0.3     | 0.2      |
| 25.4 s/d 50.8  | 183                      | 177     | 168     | 162     | 150     | 144     | 123     | 108      |
| 76.2 s/d 127   | 204                      | 195     | 183     | 177     | 165     | 159     | 135     | 120      |
| 152.4 s/d 177.8  | 219                      | 207     | 195     | 186     | 174     | 168     | 156     | -        |
| Kandungan udara total rata-rata yang disetujui (%)             |                          |         |         |         |         |         |         |          |
| Diekspose  | 4.5                      | 4.0     | 3.5     | 3.0     | 2.5     | 2.0     | 1.5     | 1.0      |
| Sedikit  | 6.0                      | 5.5     | 5.0     | 4.5     | 4.5     | 4.0     | 3.5     | 3.0      |
| Diekspose menengah   | 7.5                      | 7.0     | 6.0     | 6.0     | 5.5     | 5.0     | 4.5     | 4.0      |
| Sangat ekspose   |                          |         |         |         |         |         |         |          |

4. Tetapkan nilai Faktor Air Semen

Tabel 2.5 Faktor air semen

| Kekuatan Tekan 28 hari (Mpa) | AS                  |                         |
|------------------------------|---------------------|-------------------------|
|                              | Beton Air-entrained | Beton Non Air-entrained |
| 41.4                         | 0.41                | -                       |
| 34.5                         | 0.48                | 0.4                     |
| 27.6                         | 0.57                | 0.48                    |
| 20.7                         | 0.68                | 0.59                    |
| 13.8                         | 0.62                | 0.74                    |

- Hitung semen yang diperlukan, yaitu jumlah air dibagi dengan factor air semen.
- Tetapkan volume agregat kasar berdasarkan agregat maksimum dan Modulus Halus Butir (MHB) agregat halus sehingga didapat persen agregat kasar. Jika nilai Modulus Halus Butirnya berada di antaranya, maka dilakukan interpolasi. Volume agregat kasar = persen agregat dikalikan dengan berat kering agregat kasar.
- Estimasikan berat beton segar, kemudian hitung agregat halus, yaitu berat beton segar – (berat air + berat semen + berat agregat kasar).
- Hitung proporsi bahan, semen, air, agregat kasar dan agregat halus, kemudian koreksi berdasarkan nilai daya serap air pada agregat.
- Koreksi Proporsi Campurannya

Tabel 2.6 Persentase volume agregat kasar per m<sup>3</sup> beton

E. Pemeriksaan Kekuatan Tekan Benda Uji Beton

Penentuan kuat tekan beton dilakukan dengan mesin pembebanan tekan dilakukan pada saat benda uji berusia 28 hari. Kuat tekan beton di hitung dengan persamaan:

$$\sigma = \frac{P \times g}{A} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana:

| Ukuran maksimum agregat kasar (mm) | Persentase volume agregat kasar dibandingkan dengan satuan volume beton untuk modulus kehalusan agregat halus tertentu |     |     |     |
|------------------------------------|--|-----|-----|-----|
|                                    | 2,4  | 2,6 | 2,8 | 3,0 |
| 10,0                               | 50   | 48  | 46  | 44  |
| 12,5                               | 59   | 57  | 55  | 53  |
| 20,0                               | 66   | 64  | 62  | 60  |
| 25,0                               | 71   | 69  | 67  | 65  |
| 37,5                               | 75   | 73  | 71  | 69  |
| 50,0                               | 78   | 76  | 74  | 72  |
| 75,0                               | 82   | 80  | 78  | 76  |
| 150,0                              | 87   | 85  | 83  | 81  |

= Kuat tekan beton

P = Beban maksimum

g = Percepatan gravitasi = 10 m/det<sup>2</sup>

A = Luas penampang (mm<sup>2</sup>)

F. Pengaruh Temperatur Tinggi Terhadap Beton

Perubahan temperatur tinggi terhadap beton dapat mengakibatkan perubahan antara lain:

- Pada suhu 100°C

Air kapiler menguap. Pada suhu 200°C air yang terserap dalam agregat menguap. Penguapan menyebabkan penyusutan pasta.

- Pada suhu 400°C

Pasta semen yang sudah terhidrasi terurai kembali sehingga kekuatan beton mulai terganggu [5]

III. METODE

Penelitian ini dilakukan terhadap mutu beton f'c 20 MPa dengan tahapan penelitian terdiri dari:

- Pengujian sifat fisis agregat
  - Pengujian ini terdiri dari:
    - Kadar Air.
    - Berat Volume.
    - Analisa ayakan.
    - Berat Jenis
 Kandungan organik dan kadar lumpur.
- Pembuatan Job Mix Design.
- Pengujian beton.
  - Pembuatan benda uji.
  - Pengukuran slump.
  - Pengukuran berat volume beton.
  - Pembakaran beton
  - Pengujian kuat tekan.
- Perbandingan mutu beton tanpa bakar (Normal) dengan mutu beton setelah pembakaran.

IV. HASIL PENELITIAN

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan hasil dalam beberapa criteria antara lain sebagai berikut:

**A. Sifat Fisis Agregat**

**Kadar air agregat**

Berdasarkan penelitian terhadap agregat yang digunakan didapatkan kadar air untuk agregat kasar sebesar 1,53 %, sedangkan untuk agregat halus sebesar 3,63%.

**Berat volume agregat**

1. Volume agregat halus  
Gembur = 123,750 kg/m<sup>3</sup>  
Padat = 125 kg/m<sup>3</sup>
2. Volume agregat kasar  
Gembur = 122,5 kg/m<sup>3</sup>  
Padat = 176.625 kg/m<sup>3</sup>

**Sieve analysis**

Modulus kehalusan (FM) untuk agregat kasar diperoleh sebesar 7 % dan untuk agregat halus sebesar 2,99 %.

**Berat jenis dan penyerapan agregat**

1. Agregat halus  
Apparent specific gravity = 2,3 gr  
BJ OD = 2,2 gr  
BJ SSD = 2,2 gr  
Absorpsi = 3,1 %
2. Agregat kasar  
BJ OD = 2,18 gr  
BJ SSD = 2,22 gr  
Absorpsi = 2,04 %

**Kadar organik agregat**

Berdasarkan hasil penilitan didapatkan warna kuning muda menyatakan bahwa agregat halus mengandung zat organik tidak terlalu tinggi sehingga agregat masih bisa digunakan.

**Kadar lumpur agregat**

Kadar lumpur yang diperoleh untuk agregat halus sebesar 2 % dan agregat kasar sebesar 0 %.

**B. Perencanaan Campuran Beton**

Berdarkan perencanaan menggunakan metode ACI didapatkan komposisi campuran beton sebagai berikut:

Tabel 3.1 Komposisi campuran beton

| No | Material | Berat (Kg) |
|----|----------|------------|
| 1  | Air      | 11,981     |
| 2  | Semen    | 22,504     |
| 3  | Pasir    | 34,716     |
| 4  | Kerikil  | 61,028     |

**C. Pengujian Kuat Tekan Beton**

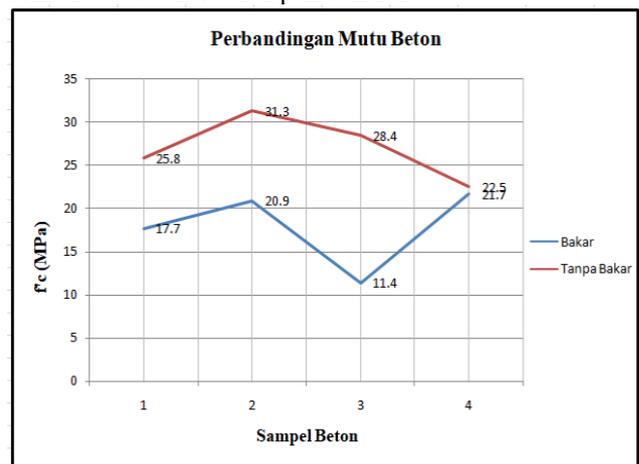
Pengujian kuat tekan beton di tampilkan berdasarkan kondisi bakar dan normal. Hasil tersebut dapat dilihat sebagai berikut:

| No          | Umur | Berat (kg) | Beban (kN) | F'c (MPa) | Rerata (MPa) |
|-------------|------|------------|------------|-----------|--------------|
| Beton Bakar |      |            |            |           |              |
| 1           | 28   | 12,8       | 313600     | 17,7      | 17,925       |

|              |    |       |        |      |    |
|--------------|----|-------|--------|------|----|
| 2            | 28 | 12,65 | 369400 | 20,9 |    |
| 3            | 28 | 12,35 | 202100 | 11,4 |    |
| 4            | 28 | 13    | 383800 | 21,7 |    |
| Beton Normal |    |       |        |      |    |
| 1            | 28 | 12,65 | 456100 | 25,8 | 27 |
| 2            | 28 | 12,7  | 553100 | 31,3 |    |
| 3            | 28 | 12,6  | 502600 | 28,4 |    |
| 4            | 28 | 12,6  | 397800 | 22,5 |    |

Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat dilihat bahwa kuat tekan beton rata-rata tanpa pembakaran sebesar 27 MPa, sementara untuk kuat tekan beton rata-rata setelah pembakaran sebesar 17,925 MPa. Sehingga dari hasil tersebut didapatkan penurunan mutu beton sebesar 9,075 MPa (menurun sebesar 33,61%).

Berikut ditampilkan grafik perbandingan mutu beton normal dan beton setelah pembakaran.



Gambar 1. Perbandingan Mutu Beton

V. KESIMPULAN

**Simpulan**

Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat ditarik simpulan sebagai berikut:

1. Nilai kuat tekan beton dari 4 sampel pembakaran yang di uji yaitu sebesar 17,7 MPa, 20,9 MPa, 11,4 MPa, dan 21,7 MPa. Sedangkan hasil yang didapatkan untuk nilai kuat tekan beton tanpa bakar sebesar 25,8 MPa, 26,67 MPa, 28,4 MPa dan 22,5 MPa.
2. Kuat tekan beton rata-rata tanpa dibakar 27 MPa, Sementara untuk kuat tekan beton rata-rata yang dibakar sebesar 17,925 MPa. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa beton yang mengalami pembakaran kuat tekannya akan menurun.
3. Besarnya penurunan yang terjadi pada beton yang di uji yaitu sebesar 9,075 MPa atau sebesar 33,61%.

**Saran**

Saran yang dapat diberikan pada penelitian ini adalah:

1. Pembakaran yang berlebih pada beton akan mengakibatkan beton menurun sehingga kondisi beton yang terbakar pada saat terjadi kebakaran harus

dicek kembali mutu beton nya sehingga bangunan yang akan di perbaiki menjadi lebih aman.

2. Ada baiknya ada penelitian lanjutan mengenai cara-cara pemeliharaan beton yang terbakar dengan baik dan benar.

#### REFERENSI

- [1] Mulyono, 2005. *Teknologi Beton*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [2] Musbar. 2005. *Job Sheet Pengujian Bahan*, Laboratorium bahan dan struktur, Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- [3] Baker, MC. 1996, *Thermal and Moisture deformations in building materials*, Jurnal.
- [4] Novriza, Ferdiansyah. 2016 *Laporan Uji Bahan*, Akademi Komunitas Negeri Aceh Barat.
- [5] Rizal, 2006, *Klasifikasi Tingkat Kerusakan Gedung Pasca Kebakaran*, Penerbit Erlangga, Jakarta .