

Pengaruh Penggunaan Air Sumur sebagai Bahan Campuran Beton Terhadap Kekuatan Tekan Beton di Kampus UNM Gunung Sari

Onesimus Sampebua, Panenungi dan Andi Yusdy Dwiarta

Universitas Negeri Makassar
onesimus.sampebua60@gmail.com

Abstrak – Masalah pokok dalam penelitian ini adalah pengaruh penggunaan air sumur sebagai bahan campuran beton terhadap kekuatan tekan beton di Kampus UNM Gunung Sari Makassar. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji bagaimana pengaruh air sumur terhadap kekuatan tekan beton. Selain itu dikaji pula cara-cara penyelidikan dan cara-cara desain campuran dan pelaksanaannya. Sampel dalam penelitian ini adalah air sumur di lokasi Kampus UNM Gunung Sari Makassar. Benda uji berupa silinder beton dibuat dua kelompok masing-masing 20 buah. Kelompok pertama menggunakan air PDAM sedang kelompok kedua menggunakan air sumur sebagai bahan campuran beton. Pasir yang digunakan adalah pasir Sungguminasa dan batu pecah dari Bili-Bili. Semen yang digunakan adalah semen Tonasa. Pengujian dilakukan di Laboratorium Uji Bahan Fakultas Teknik UNM Makassar. Data dianalisis secara deskriptif dengan menggunakan standar deviasi, kekuatan tekan rata-rata benda uji, dan taraf signifikansi 5% untuk menentukan kekuatan tekan beton karakteristik. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa: Pertama, kadar partikel halus dalam agregat halus (pasir) adalah 2,96 %, dan batu pecah adalah 0,96 %. Kedua, modulus kehalusan agregat halus adalah 2,21, dan batu pecah 6,61, sedangkan untuk agregat campuran (33 % pasir + 67 % batu pecah) adalah 4,97. Ketiga, hasil perhitungan desain campuran adalah 1 : 2,20 : 2,80 dalam perbandingan berat, artinya 1 bagian semen : 2,20 bagian pasir : 2,80 bagian pecah, dengan faktor air semen 0,47, dan kekuatan tekan beton yang direncanakan adalah 25 MPa (255 kg/cm²). Keempat, hasil pengujian kekuatan beton kelompok pertama adalah 249,61 kg/cm², sedangkan kelompok kedua adalah 164,94 kg/cm². Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan air sumur di Kampus UNM Gunung Sari Makassar berpengaruh jelek terhadap kekuatan tekan beton

Kata kunci: Desain Campuran, Kuat tekan, Beton

I. PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini maju dengan pesatnya. Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi ini turut mewarnai eksistensi dunia industri, termasuk industri beton. Hampir semua bangunan dapat dibuat dari beton seperti bangunan gedung, menara, reservoir, jembatan, bendungan, dermaga, penahan tanah, dan berbagai bangunan lainnya. Keuntungan penggunaan bahan bangunan dari beton, adalah kurangnya biaya pemeliharaan, atau bahkan dikatakan hamper tidak ada. Oleh karena itu sangatlah penting untuk menjaga mutu dan karakteristik dari beton. Kesalahan dalam perencanaan dan pelaksanaan konstruksi beton dapat berakibat fatal. Sering dilaporkan di media massa adanya bangunan konstruksi beton yang runtuh. Keruntuhan itu dapat disebabkan oleh berbagai factor, antara lain akibat bencana alam, kesalahan dalam perencanaan dan kesalahan dalam pelaksanaan.

Kesalahan dalam pelaksanaan dapat terjadi karena kesalahan dalam menghitung, mekanikanya, baik mekanika tanahnya, maupun mekanika strukturnya, sedangkan kesalahan dalam pelaksanaan dapat berupa kesalahan dalam penggunaan bahan dan kesalahan dalam pengerjaannya. Kesalahan dalam penggunaan bahan dari besi dapat terjadi jika mutu besi tidak sesuai atau lebih rendah dari mutu besi yang telah direncanakan. Demikian juga dengan penggunaan bahan semen, karena mutu atau jenis semen sangat berpengaruh terhadap kekuatan beton. Kesalahan penggunaan bahan yang paling umum terjadi adalah kesalahan dalam penggunaan bahan air dan agregat. Kesalahan dalam penggunaan air pencampur beton dapat mengurangi kekuatan beton. Air yang mengandung garam

dan asam tidak boleh digunakan untuk mencampur beton karena dapat mengurangi kekuatan beton dan dapat menyebabkan besi beton mengalami korosi. Biasanya air yang baik untuk mencampur beton adalah air yang layak diminum.

Kesalahan dalam penggunaan agregat dapat disebabkan oleh mutu agregat itu sendiri yang dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain faktor gradasi, kekerasan, daya tahan terhadap pengaruh cuaca, kadar organik dan kadar lumpur. Menurut AASTHO T2-74, agregat halus adalah agregat yang mempunyai diameter maksimum 4,75mm atau lolos saringan nomor 4, sedang yang tertahan saringan nomor 4 digolongkan sebagai agregat kasar.

Selain kesalahan dalam perencanaan dan penggunaan bahan, dapat pula terjadi dalam pelaksanaan. Kesalahan dalam pekerjaan besi, dapat terjadi jika besi tidak sesuai dengan jumlah besi yang direncanakan. Kesalahan lain yang sering terjadi pada pekerjaan besi adalah cara pemasangan dan perletakan besi, cara penyambungan besi, dan lain-lain. Kesalahan dalam pengecoran beton dapat terjadi karena kesalahan dalam takaran perbandingan bahan, penggunaan air yang kurang atau berlebihan. Kekurangan air menyebabkan beton sukar untuk dipadatkan, sedangkan kelebihan air dapat menyebabkan terperangkapnya air dalam beton yang akan meninggalkan rongga setelah airnya mengering atau menguap. Berkurangnya volume beton akibat adanya rongga-rongga pada beton akan mengurangi kekuatan beton. Kesalahan lain yang biasa terjadi adalah tidak meratanya campuran, atau biasa disebut campuran tidak matang. Hal ini biasa terjadi pada pencampuran secara manual atau menggunakan

tangan, atau bila menggunakan mesin molen, tetapi waktu pengadukannya singkat.

Sifat beton kuat dalam menahan tekanan, tetapi lemah dalam menahan tarikan, sehingga dalam perhitungan, sering kali kekuatan tarik diabaikan. Untuk menahan tarikan, dipasang besi beton pada daerah tarik. Kekuatan beton sangat dipengaruhi oleh mutu bahan yang digunakan, perbandingan campuran, bahan organis, bahan-bahan kimia lainnya, baik yang terdapat dalam air, maupun yang terdapat dalam agregat, dan kadar partikel halus (lumpur) dalam campuran, serta cara pelaksanaannya. Oleh karena itu, dalam pelaksanaan pembuatan beton telah ditentukan beberapa syarat yang harus dipenuhi, diantaranya agregat yang digunakan harus bersih, keras, tahan terhadap pengaruh cuaca, kandungan partikel halus dan bahan-bahan kotoran lainnya tidak boleh melampaui batas-batas yang telah ditentukan. Namun demikian sering dijumpai di lapangan pekerjaan beton yang kurang memenuhi syarat tersebut. Agregat yang digunakan kadang-kadang kelihatan kotor/mengandung banyak lumpur dan lebih diperparah lagi dengan penggunaan air yang tidak bersih, mengandung garam dan asam padahal dalam bestek sudah ditentukan syarat-syarat yang harus dipenuhi. Menurut Nawy (1990), bahwa kekuatan tekan beton f'_c adalah kekuatan beton yang dispesifikasikan yang diperoleh dari hasil pengujian benda uji silinder standar yaitu 6 x 12 inci yang dibuat di bawah kondisi standar laboratorium, pada kecepatan pembebanan tertentu dan pada umur 28 hari. Perlu ditekankan bahwa f'_c ini bukan kekuatan rata-rata silinder, tetapi sebagai kekuatan tekan minimum silinder yang digunakan dalam desain konstruksi. Fakta yang ada banyak bangunan UNM di kampus Gunung Sari yang mengalami retak-retak serius sehingga cukup mengkhawatirkan. Hal ini mungkin disebabkan penggunaan air sumur setempat yang digunakan dalam membuat campuran beton atau ada factor lain yang belum diketahui.

Berdasarkan uraian-uraian yang telah dikemukakan di atas, maka dalam penelitian ini hanya akan diselidiki mengenai pengaruh penggunaan air sumur, sebagai bahan pencampur beton terhadap kekuatan tekan beton di Kampus UNM Gunung Sari. Yang dimaksud dengan air sumur dalam penelitian ini adalah air sumur dangkal yang diambil dari sumur-sumur yang terdapat dalam lokasi Kampus UNM Gunung Sari.

II. METODE PENELITIAN

1. Variable dan desain penelitian. Variable yang diselidiki dalam penelitian ini adalah jenis air, sebagai variable bebas, dan kekuatan tekan beton sebagai variable terikat. Air yang digunakan untuk mencampur beton adalah air sumur Kampus Gunungsari dan sebagai bahan perbandingan digunakan air PDAM. Desain penelitian adalah *Randomized Control-Group Only Design*. Kekuatan tekan beton adalah kekuatan tekan beton karakteristik yang dihitung dari sejumlah hasil pengujian kuat tekan hancur benda uji beton dengan menggunakan perhitungan statistik berdasarkan kurva normal pada tingkat signifikansi 5 %. Yang dimaksud kuat tekan hancur benda uji beton adalah kekuatan tekan beton maksimum pada saat mulai retak waktu dipres dengan mesin desak beton.

2. Instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data adalah lembar observasi dalam bentuk tabel.
3. Populasi dan sampel. Populasi dalam penelitian ini adalah benda uji berupa silinder beton yang menggunakan air sumur dangkal di kompleks kampus UNM Gunung Sari. Sebagai Sampel, dibuat beberapa silinder benda uji dengan menggunakan air sumur sebagai kelompok eksperimen, dan beberapa silinder benda uji dengan menggunakan air dari PDAM sebagai kelompok control. Agregat yang digunakan adalah pasir Sungguminasa dan batu pecah dari Bili-bili.
4. Teknik pengumpulan data dilakukan terhadap bahan-bahan yang digunakan untuk membuat campuran beton yang meliputi penentuan kadar lumpur agregat halus, penentuan kadar lumpur agregat kasar, pemeriksaan gradasi agregat halus, pemeriksaan gradasi agregat kasar, dan pemeriksaan gradasi agregat campuran.
5. Teknik analisa data. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton, dapat dihitung kekuatan tekan beton rata-rata (σ_{bm}), standar deviasi (s) dan kekuatan tekan beton karakteristik dengan rumus-rumus sebagai berikut:

$$(\sigma_{bm}) = \frac{\sum \sigma b}{N}$$

$$S = \frac{\sqrt{\sum(\sigma b - \sigma_{bm})^2}}{N-1}$$

$$\sigma_{bk} = \alpha_{bm} - 1,64 s$$

di mana :

σ_{bm} = kekuatan tekan beton rata-rata

σb = kekuatan tekan hancur beton yang didapat dari masing-masing benda uji

N = jumlah benda uji

S = standar deviasi

σ_{bk} = kekuatan tekan beton karakteristik

1,64 = nilai z-score pada taraf signifikansi 5% (untuk tes satu ekor pada kurva normal).

Untuk menguji hipotesis digunakan uji-T dengan rumus sebagai berikut:

$$t = \frac{M_1 - M_2}{SD_{bM}}$$

$$SD_{bM} = \sqrt{SD^2 M_1 + SD^2 M_2}$$

$$SD_M = \frac{s}{\sqrt{N}}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum(\sigma bi - \sigma_{bm})^2}{N-1}}$$

dimana:

M_1 = kekuatan tekan beton rata-rata yang menggunakan air PDAM.

M_2 = kekuatan tekan beton rata-rata yang menggunakan air sumur.

SD_{bM} = standar deviasi perbedaan rata-rata (standar deviasi beda mean).

SD_M = standar deviasi rata-rata.

S = standar deviasi sampel.

σbi = kekuatan tekan hancur masing-masing benda uji.

σ_{bm} = kekuatan tekan hancur rata-rata benda uji

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian bahan yang telah dilakukan di Laboratorium Uji Bahan Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Negeri Makassar, telah ditemukan besarnya kadar lumpur pasir adalah 2,96 % dan kadar lumpur batu pecah 0,96 %. Kadar lumpur ini masih memenuhi syarat yang ditetapkan dalam Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 NI 2.

Berdasarkan hasil pemeriksaan gradasi butir pasir dan batu pecah, diperoleh modulus kehalusan pasir 2,21 dan batu pecah 6,61. Sedangkan modulus kehalusan agregat campuran (33% pasir + 67% batu pecah) adalah 4,97. Gradasi agregat campuran ini masuk dalam daerah (2) dan (3) setelah diplot dalam grafik PBI 71. Daerah (2) adalah daerah baik, sedang daerah (3) adalah daerah baik sekali untuk campuran beton (lihat lampiran).

Berdasarkan hasil analisis ayakan, besarnya butir agregat maksimum adalah 20mm, sehingga berdasarkan Tabel 4. (lihat lampiran 3) kekuatan tekan beton dapat direncanakan 25 MPa.

Berdasarkan kedua data tersebut, maka kebutuhan bahan untuk satu meter kubik beton dapat ditentukan yaitu air = 170 kg, semen = 360 kg, pasir = 790 kg dan batu pecah = 1000 kg atau dalam perbandingan berat semen : pasir : batu pecah = 1 : 2,20 : 2,80 dengan faktor air semen (f.a.s) 170/360 = 0,47. Dari hasil pengujian benda uji diperoleh kekuatan tekan beton rata-rata (σ_{bm}) untuk kelompok pertama adalah 249,61 kg/cm² dan untuk kelompok kedua adalah 164,94 kg/cm². Kelompok pertama adalah kelompok kedua adalah kelompok beton yang menggunakan air sumur. Hasil pengujian hipotesis dengan uji-t diperoleh nilai t = 17,87 yang jauh lebih besar dari nilai t-tabel. Hasil pengujian hipotesis dengan uji-t diperlihatkan pada tabel berikut:

Tabel 1. Perhitungan Standar Deviasi Kuat Tekan Benda Uji yang Menggunakan Air PDAM

No.	σ_b	$\sigma_b - \sigma_{bm}$	$(\sigma_b - \sigma_{bm})^2$
1.	225,27	18,09	327,25
2.	215,47	8,29	68,72
3.	205,68	-1,50	2,25
4.	195,33	-11,85	140,42
5.	180,86	-26,32	692,74
6.	207,74	0,56	0,31
7.	214,44	7,26	52,71
8.	222,82	15,64	244,61
9.	213,27	6,09	37,09
10.	210,08	2,90	8,41
11.	205,68	-1,50	2,25
12.	220,37	13,19	173,98
13.	210,57	3,39	11,49
14.	184,48	-22,70	515,29
15.	182,30	-24,88	619,01
16.	207,74	0,56	0,31
17.	214,44	7,26	52,71
18.	210,08	2,90	8,41
19.	206,90	-0,28	0,08
20.	210,08	2,90	8,41
Jumlah	4143,60		2966,45

Tabel 2. Perhitungan Standar Deviasi Kuat Tekan Benda Uji yang Menggunakan Air Sumur

No.	σ_b	$\sigma_b - \sigma_{bm}$	$(\sigma_b - \sigma_{bm})^2$
1.	127,32	-9,58	91,78
2.	148,87	11,97	143,28

3.	115,75	21,15	447,32
4.	137,45	0,55	0,30
5.	122,98	-13,92	193,77
6.	140,73	3,83	14,67
7.	142,07	5,17	26,73
8.	146,42	9,52	90,63
9.	140,06	3,16	9,99
10.	137,51	0,61	0,37
11.	125,37	-11,53	132,94
12.	127,32	-9,58	91,78
13.	133,11	-3,79	14,36
14.	115,75	-21,15	447,32
15.	137,45	0,55	0,30
16.	134,03	-2,87	8,24
17.	147,43	10,53	110,88
18.	152,79	15,89	252,49
19.	165,52	28,62	819,10
20.	140,06	3,16	9,99
Jumlah			2906,24

Perhitungan kuat tekan beton karakteristik berdasarkan tabel 1, diperoleh $\sigma_{bm1} = \frac{4143,60}{20} = 207,18$.

$$s_1 = \sqrt{\frac{2966,45}{20-1}} = 12,50$$

Apabila konversi benda uji silinder ke kubus 15 x 15 x 15 cm diambil 0,83 (PBI 71), maka kekuatan tekan beton rata-rata dapat dihitung sebagai berikut:

$$\sigma_{bm1} = \frac{207,18}{0,83} = 249,61 \text{ kg/cm}^2$$

$$s_1 = \frac{12,50}{0,83} = 15,06 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{bk} = \sigma_{bm} - 1,64 s = 249,61 - 1,64 \times 15,06 = 224,91 \text{ kg/cm}^2$$

Berdasarkan Tabel 2, diperoleh $\sigma_{bm2} = \frac{2737,99}{20} = 136,90 \text{ kg/cm}^2$

$$s_2 = \sqrt{\frac{2906,24}{20-1}} = 12,37 \text{ kg/cm}^2$$

Apabila nilai-nilai tersebut dikonversi ke kubus, maka nilai-nilai tersebut adalah sebagai berikut:

$$\sigma_{bm2} = \frac{136,90}{0,83} = 164,94 \text{ kg/cm}^2$$

$$s_1 = \frac{12,37}{0,83} = 14,90 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{bk} = 164,94 - 1,64 \times 14,90 = 140,50 \text{ kg/cm}^2$$

Pengujian Hipotesis

$$SD_{M1} = \frac{s_1}{\sqrt{N_1}} = \frac{15,06}{\sqrt{20}} = 3,368$$

$$SD_{M2} = \frac{s_2}{\sqrt{N_2}} = \frac{14,9}{\sqrt{20}} = 3,332$$

$$SD_{bM} = \sqrt{3,368^2 + 3,332^2} = 4,737$$

$$t = \frac{249,61 - 164,94}{4,737} = 17,87$$

Nilai t yang diperoleh ternyata jauh lebih besar dari nilai t -tabel sebesar 1,68 dengan derajat kebebasan $40 - 2 = 38$. Dengan demikian, H_0 ditolak dan menerima H_1 atau dengan kata lain terdapat perbedaan yang sangat nyata dalam penggunaan air PDAM dan penggunaan air sumur dalam pembuatan beton. Dengan menggunakan air sumur, maka kekuatan tekan beton sangat menurun.

Pembahasan

Berdasarkan hasil penyelidikan yang telah dilakukan terhadap contoh agregat halus (pasir) diperoleh kadar lumpurnya adalah 2,96%. Kadar lumpur ini masih dalam batas toleransi yang disyaratkan dalam Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI 71) yaitu maksimum 5%. Dengan demikian, contoh pasir yang digunakan dalam penyelidikan ini masih memenuhi syarat untuk digunakan dalam pembuatan adukan beton.

Sedang kadar lumpur untuk batu pecah adalah 0,96%. Hasil ini menunjukkan bahwa kadar lumpur batu pecah masih memenuhi syarat untuk digunakan sebagai bahan campuran beton karena masih kurang dari 1% sebagai batas yang diizinkan. Demikian pula gradasi campuran agregat masih berada dalam daerah baik menurut kurva dalam Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971.

Perbedaan kekuatan tekan beton kelompok pertama yang menggunakan air PDAM dengan kekuatan tekan beton kelompok kedua yang menggunakan air sumur sangat berbeda. Selisih kekuatan tekan beton rata-rata kelompok pertama dan kelompok kedua adalah $249,61 - 164,94 \text{ kg/cm}^2 = 84,67 \text{ kg/cm}^2$. Nilai t yang diperoleh dari perhitungan sebesar 17,87 jauh lebih besar dari nilai t -tabel sebesar 2,09 pada taraf signifikansi 5%. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan air sumur di Kampus UNM Gunung Sari Makassar untuk mencampur beton sangat jelek.

IV. KESIMPULAN

Hasil penyelidikan bahan dan pengujian kuat tekan benda uji beton dari dua kelompok uji berdasarkan air pencampur beton, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Terdapat dua cara menentukan kadar partikel halus dalam agregat, yaitu melalui sistem pencucian yang dilakukan di laboratorium dan melalui pengendapan dalam larutan garam dapur dengan menggunakan gelas ukur.
2. Untuk menentukan gradasi butir agregat digunakan analisis saringan dengan susunan saringan menurut standar ISO, dan untuk menentukan modulus kehalusan butir, maka jumlah persentase kumulatif tertahan mulai

dari saringan terbesar sampai saringan No. 100 dijumlahkan lalu dibagi dengan 100.

3. Dalam membuat perencanaan campuran, maka terlebih dahulu harus diketahui besar butir maksimum dari agregat, lalu ditentukan kekuatan yang direncanakan, selanjutnya dibuat campuran dengan menggunakan mesin molen lalu diukur slump tesnya, kemudian diisikan kedalam cetakan beton bentuk silinder sebanyak dua lapis. Setiap lapis ditusuk-tusuk dengan tongkat pampat diameter 16 mm dengan ujung bulat sebanyak 25 kali. Maksud penusukan agar betonnya padat. Setelah selesai penusukan, permukaan silinder diratakan lalu ditinggalkan selama 2 jam. Beton dalam silinder setelah berumur 2 jam dikasarkan permukaannya kemudian diberi capping atau menutup permukaan silinder dengan pasta semen sampai rata lalu ditutup dengan plat kaca yang sudah diberi minyak pelumas dan di atas kaca diberi beban supaya dapat menekan permukaan silinder. Setelah berumur 24 jam, silinder dibuka dan benda uji direndam dalam air sampai tiba waktunya untuk dites baru diangkat dari air.
4. Pengetesan benda uji dilakukan dengan mesin pres sampai hancur, kemudian dicatat beban maksimum yang dapat dipikul. Kekuatan tekan beton ditentukan dengan membagi beban maksimum dengan luas penampang silinder (kg/cm^2). Setelah itu kekuatan tekan beton karakteristik (σ_{bk}) dihitung secara statistik dengan taraf signifikansi 5%. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kekuatan tekan beton yang menggunakan air dari PDAM jauh lebih besar dari kekuatan tekan beton yang menggunakan air sumur. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penggunaan air sumur di Kampus UNM Gunung Sari Makassar menurunkan kekuatan tekan beton sekitar 33% atau dengan kata lain air sumur tersebut berpengaruh jelek terhadap mutu beton

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih tim peneliti sampaikan atas bantuan dana PNBP Fakultas Teknik Universitas Negeri Makassar

PUSTAKA

- [1] AASHTO, 1974. *Standard specifications for transformation materials and methos of sampling and testing*. Washington: Association of State Highway and Transfortation Officials.
- [2] Cement and Concrete Association of Australia. 1976. *Basic guide to concrete construction*. Australia.
- [3] Departemen Pekerjaan Umum. 1971. *Peraturan beton bertulang Indonesia*, N.I-2 Bandung: Lembaga Penelitian Masalah Bangunan.
- [4] Departemen Pekerjaan Umum. 1989. *Pedoman beton*.
- [5] Ferguson. Phil.M. 1986. *Dasar-dasar beton bertulang* (terjemahan Budianto Suanto dan Kris Setianto). Jakarta: Erlangga.
- [6] Nawy, P. E. Edward G. 1990. *Beton bertulang* (terjemahan Bambang Suryoatmono) . Bandung: Eresco.