

PENGARUH pH AIR TERHADAP KUALITAS MUTU BETON

Taufan Dwi Prasetya¹, Devi Setiawan²

^{1,2} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Suryakancana, Indonesia

Informasi Artikel

Kata Kunci:

Beton, pH air, Mutu, kuat tekan

Histori Artikel:

Disubmit 23 Maret 2023

Direvisi 10 April 2023

Diterima 23 Mei 2023

Tersedia daring 12 Juli 2023

Sitasi:

Taufan Dwi Prasetya¹, Devi Setiawan²,

"Pengaruh Ph Air Terhadap Kualitas Mutu Beton," Pros. Semnastek Univ. Suryakancana, 2023.

*Penulis Korespondensi

Taufan Dwi Prasetya¹

Alamat E-mail:

Teamtdwiprasetya@gmail.com

Abstrak

Beton merupakan bahan bangunan yang tersusun dari semen, agregat kasar, agregat halus, dan air. Beton merupakan bagian penting di dunia konstruksi. Beton memiliki berbagai macam jenis diantaranya : Beton Ringan, Beton Non-Pasir, Beton Hampa, Beton Bertulang, Beton Pra-Tegang, Beton Pra-Cetak, Beton Massa, Beton Cyclop Concrete, Beton Serat. Setia jenis beton yang berbeda memiliki karakteristik yang berbeda juga.

Dalam pembuatan beton, beton yang dibuat harus memenuhi standar yang berlaku. Standar yang di gunakan di indonesia adalah Standar Nasional Indonesia atau SNI. SNI yang mengatur pembuatan beton di antara nya : SNI-03-2834-2000, SNI-2493-2011, SNI-1974-2011, dll.

Dalam pembuatan beton, salah satu bahan terpenting adalah air. Air digunakan dalam pengadukan untuk mencampur bahan - bahan lainnya. Air yang digunakan untuk pencampuran beton juga memiliki syarat khusus. Secara umum air yang digunakan untuk pembuatan beton adalah air yang layak minum. Namun tidak semua daerah di Indonesia memiliki jangkauan air layak minum yang mumpuni sehingga air yang digunakan dalam campuran beton pun terkadang tidak memenuhi standar.

Dalam penelitian kali ini, air yang digunakan adalah air yang memiliki sifat asam dan sifat basa serta air bersifat netral sebagai perbandingan. menurut peraturan yang berlaku, air yang digunakan harus memiliki pH tidak kurang dari 7. Asam memiliki pH <7 dan Basa memiliki pH >7. Sementara beton yang dijadikan uji coba adalah beton dengan mutu f_c 20 atau K250.

Dari hasil yang diperoleh Beton dengan campuran air netral memiliki mutu rata - rata sebesar 21,38 Mpa, Beton dengan campuran air asam miliki nilai mutu rata - rata 16,59 Mpa, dan Beton dengan campuran air basa memiliki nilai mutu rata - rata 14,09 Mpa. Hal ini menunjukkan beton dengan campuran air asam dan basa memiliki mutu di bawah mutu yang direncanakan yaitu 20 mpa. Ada baiknya air yang bersifat asam atau basa dinetralkan terlebih dahulu oleh zat tertentu sebelum dicampurkan dengan bahan lainnya.

1. Pendahuluan

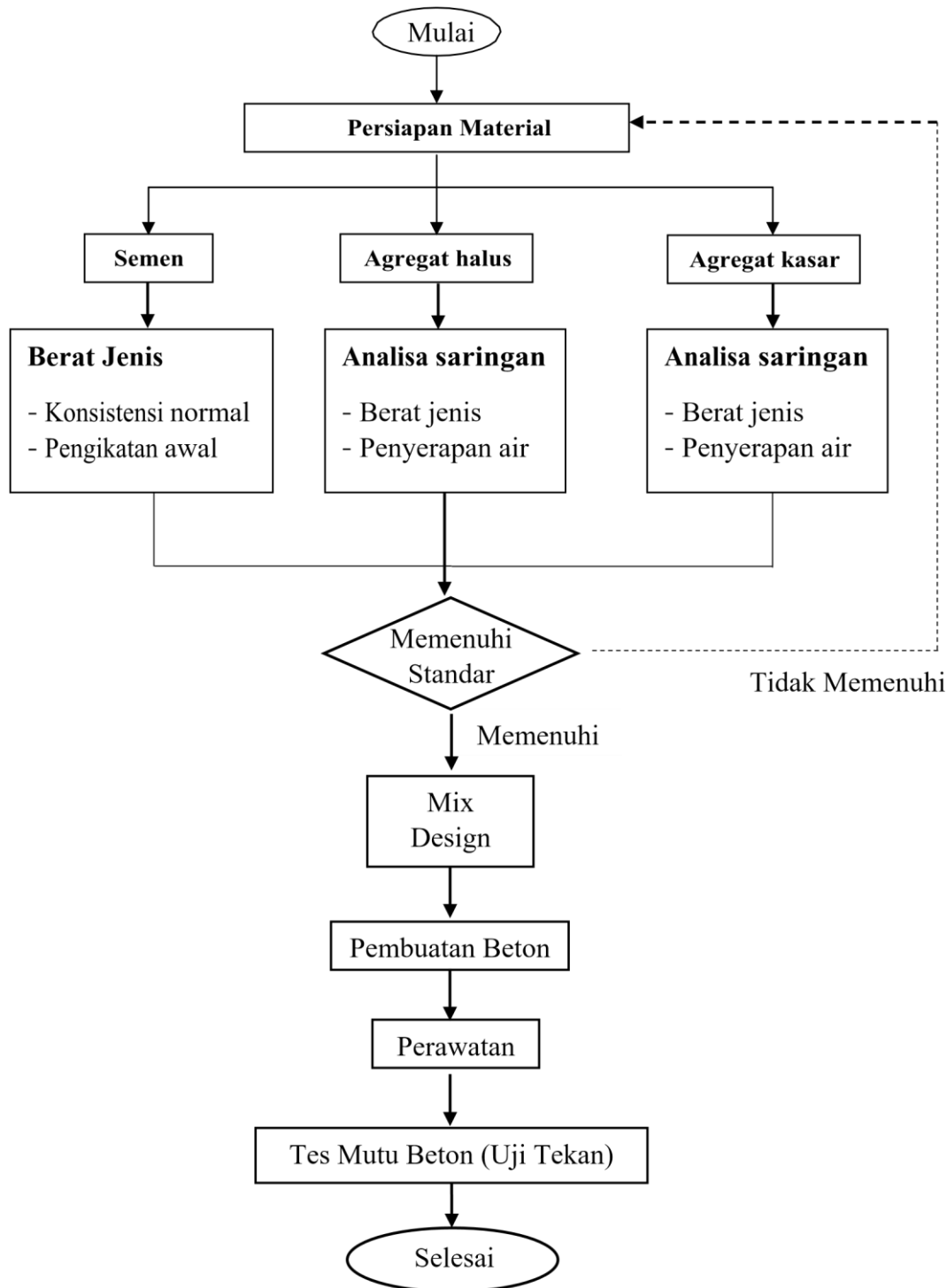
Beton adalah sebuah bahan bangunan komposit yang terbuat dari kombinasi agregat dan pengikat semen. Bentuk paling umum dari beton adalah beton semen Portland, yang terdiri dari agregat mineral (biasanya kerikil dan pasir), semen dan air. Beton digunakan untuk membuat perkerasan jalan, struktur bangunan, pondasi, jalan, jembatan penyeberangan, struktur parkir, dasar untuk pagar/gerbang.

Untuk membuat beton berkualitas, bahan- bahan yang digunakan harus berkualitas. Namun, terdapat beberapa kondisi di mana bahan yang berkualitas sulit untuk ditemukan, contohnya adalah air.

Di beberapa tempat terkadang air yang tepat sulit ditemukan. Terkadang masyarakat menggunakan air yang kurang layak untuk dipakai. Contoh nya air yang memiliki pH rendah yang bersifat asam. Air yang memiliki pH rendah atau bersifat asam memiliki sifat korosif yang memberi dampak yang tidak baik. Namun, masyarakat tidak memiliki pilihan lain karena sulitnya air bersih di tempat mereka. Masyarakat terpaksa menggunakan air tersebut untuk berbagai keperluan seperti untuk bahan bangunan. Hal ini juga dilakukan untuk pembuatan beton di mana air yang digunakan tidak semestinya yang mungkin akan mempengaruhi kualitas beton yang dibuat.

2. Metode Penelitian

- Data Primer Data primer merupakan data yang dibuat oleh peneliti untuk maksud khusus menyelesaikan permasalahan yang sedang ditanganinya. Data dikumpulkan sendiri oleh peneliti langsung dari sumber pertama atau tempat objek penelitian dilakukan. Data primer disini peneliti memperoleh secara langsung dari objek yang diteliti secara langsung melalui survei lapangan
- Data Sekunder Untuk mendapatkan data-sata sekunder didapat dari peraturan peraturan konstruksi dan beberapa refensi jurnal dan buku.
- Diagram Alir Perencanaan/penelitian



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Keterangan :

- a. Tahap I
Pada tahap ini dilakukan persiapan baik bahan maupun peralatan yang akan digunakan dalam pengujian material, pembuatan adukan beton, pengujian slump dan pembuatan benda uji.
- b. Tahap II
Pada tahap ini dilakukan pengujian material yaitu semen, agregat halus dan agregat kasar. Pengujian material bertujuan untuk mengetahui karakteristik material dan menentukan apakah material tersebut memenuhi syarat sebagai bahan campuran beton. Selain itu juga untuk membuat *mix design*.
- c. Tahap III
Pada tahap ini dilakukan *mix design* untuk mengetahui proporsi semen, agregat halus, agregat kasar dan air yang diperlukan dalam campuran beton agar diperoleh kuat tekan yang direncanakan.
- d. Tahap IV

Pada tahap ini dilakukan pembuatan uji beton baik silinder maupun kubus yang kemudian setelah dilakukan pembuatan beton maka beton akan memasuki perawatan.

e. Tahap V

Pada tahap ini dilakukan uji beton. Dalam penelitian kali ini uji beton yang dilakukan hanya uji kuat tekan. Dari hasil pengujian kuat tekan akan diperoleh data yang menentukan apakah beton memenuhi standar atau tidak.

A. Pengujian Material

Pengujian material bertujuan untuk mengetahui sifat atau karakteristik dari material yang digunakan, serta untuk memperoleh variabel-variabel yang diperlukan dalam perhitungan *mix design* beton. Pada penelitian ini dilakukan pengujian terhadap material penyusun beton yaitu semen, agregat halus dan agregat kasar.

1. Analisa Semen

Semen berfungsi untuk mengikat butir-butir agregat sehingga membentuk suatu massa padat, dan untuk mengisi rongga-rongga udara di antara butir-butir agregat. Karena fungsinya sangat penting, maka perlu diadakan pengujian untuk mengetahui karakteristik serta kualitas dari semen yang akan digunakan sebagai bahan campuran beton. Pengujian yang dilakukan terhadap semen meliputi :

- a. Pengujian berat jenis semen dengan menggunakan metode *Le Chatelier* (ASTM C-188).
- b. Pengujian konsistensi normal semen dengan menggunakan metode jarum *Vicat* (ASTM C-190).
- c. Pengujian waktu ikat awal semen dengan menggunakan metode jarum *Vicat* (ASTM C-191).

2. Analisa Agregat Halus

- a. Berat Jenis dan Penyerapan Air (ASTM C 128 - 01) Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat jenis dan prosentase air yang dapat diserap oleh agregat halus.
- b. Berat Isi dan Porositas Agregat Halus (ASTM C 29M – 97) Pengujian bertujuan untuk mendapatkan nilai berat isi dan *voids* pada agregat, dan membandingkan dengan spesifikasi.
- c. Analisa Ayak Agregat Halus (ASTM C 136 – 01) Pengujian dilakukan untuk menentukan pembagian butir / gradasi agregat dengan menggunakan saringan. Pengujian ini selain dilakukan untuk pasir, digunakan juga untuk pengujian limbah adukan beton (CSW).
- d. Kadar Air Agregat Halus (SNI 03 – 1971 – 1990) Pengujian dilakukan untuk mendapat nilai kadar air yang dikandung oleh agregat, membandingkan kadar air dan penyerapan air pada agregat, dan menghitung kelebihan dan kekurangan air untuk mencapai SSD.

3. Analisa Agregat Kasar

- a. Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar (ASTM C127-01) Untuk menentukan berat jenis dan presentase air yang dapat diserap oleh agregat kasar.
- b. Berat Isi dan Porositas Agregat Kasar (ASTM C 29M – 97) Pengujian bertujuan untuk mendapatkan nilai berat isi dan *voids* pada agregat, dan membandingkan dengan spesifikasi.
- c. Analisa Ayak Agregat Kasar (ASTM C 136 – 01) Pengujian ini dilakukan bertujuan untuk menentukan pembagian butir / gradasi agregat dengan menggunakan saringan.
- d. Kadar Air Agregat Kasar (SNI 03 – 1971 – 1990) Pengujian dilakukan untuk mendapat nilai kadar air yang dikandung oleh agregat, membandingkan kadar air dan penyerapan air pada agregat, dan menghitung kelebihan dan kekurangan air untuk mencapai SSD.

B. Pembuatan Benda Uji (SK SNI T – 15 – 1990 – 03)

Material yang akan digunakan dalam pembuatan benda uji dipersiapkan terlebih dahulu. Hal pertama yang dilakukan adalah mengumpulkan data – data yang dibutuhkan dalam perancangan campuran beton, meliputi jenis semen, jenis agregat kasar dan halus, gradasi dan besar butiran maksimum. Pada perancangan beton ini tidak ditentukan mutu beton yang direncanakan, tetapi ditentukan oleh faktor air semen. Sebelum melakukan pengecoran, dilakukan pengecekan kembali jumlah takaran material yang sudah disiapkan.

Pengadukan bahan untuk campuran beton dapat dalam komposisi berat atau dalam perbandingan, dengan cara mengkonversi satuan berat bahan tersebut dengan nilai berat isinya. Banyaknya bahan untuk pengadukan tergantung dari volume sampel yang akan dibuat, serta banyaknya pengujian yang akan dilakukan.

C. Pemeriksaan Kualitas Beton Keras

- a. Kuat Tekan Beton (SNI 03 – 1974 – 1990) Pengujian kuat tekan perlu dilakukan untuk membandingkan kuat tekan hasil pengujian dengan kuat tekan rencana yang sesuai dengan standarisasi, dan melakukan koreksi terhadap rancangan campuran.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Spesifikasi Semen

Dalam penelitian ini, semen yang digunakan merupakan Semen Portland 1 merk SCG. Semen ini merupakan semen yang telah di uji oleh laboratorium PT. Semen Jaya sehingga kualitas nya telah memenuhi persyaratan – persyaratan SNI 15-2049-2015 mengenai Semen Portland.

3.2. Hasil Dan Analisa Pengujian Agregat Kasar

Pada pengujian agregat kasar ini, agregat kasar merupakan batu pecah ukuran 20 – 30 mm yang berasal dari Penambangan Pasir/batu Jebrod Cianjur. Pengujian agregat kasar sebelumnya telah dilakukan oleh LAB PUPR

Kabupaten Cianjur, sehingga data yang digunakan merupakan hasil dari pengujian oleh LAB PUPR Kabupaten Cianjur. Pengujian ini dilakukan pada 04 Desember 2021.

a. Berat Jenis dan Penyerapan Air

Dari hasil pengujian berat jenis di atas didapat Berat jenis Permukaan Jenuh rata- rata sebesar 2,7 dan dapat diklasifikasikan sebagai agregat normal karena nilainya masih dalam batas yang diijinkan yaitu antara 2,2 sampai 2,7. Penyerapan air (*absorption*) didapat dari hasil pengujian yaitu 1,2 %. Angka tersebut menunjukkan kemampuan agregat dalam menyerap air dari keadaan kering mutlak sampai jenuh kering muka sebesar 1,2 % dari berat kering agregat itu sendiri

b. Analisa Saringan

Bahan yang digunakan adalah BP 20-30. Sampel yang digunakan adalah sebanyak 4.985,10 gram. Dari penelitian yang didapat, data yang diperoleh akan menjadi dasar penentu Spesifikasi Agregat Kasar.

3.3. Hasil Dan Analisa Pengujian Agregat Halus

Pada pengujian agregat halus ini, agregat halus merupakan Pasir Jebrod yang berasal dari Penambangan Pasir/batu Jebrod Cianjur. Pengujian agregat halus sebelumnya telah dilakukan oleh LAB PUPR Kabupaten Cianjur, sehingga data yang digunakan merupakan hasil dari pengujian oleh LAB PUPR Kabupaten Cianjur. Pengujian ini dilakukan pada 04 Desember 2021

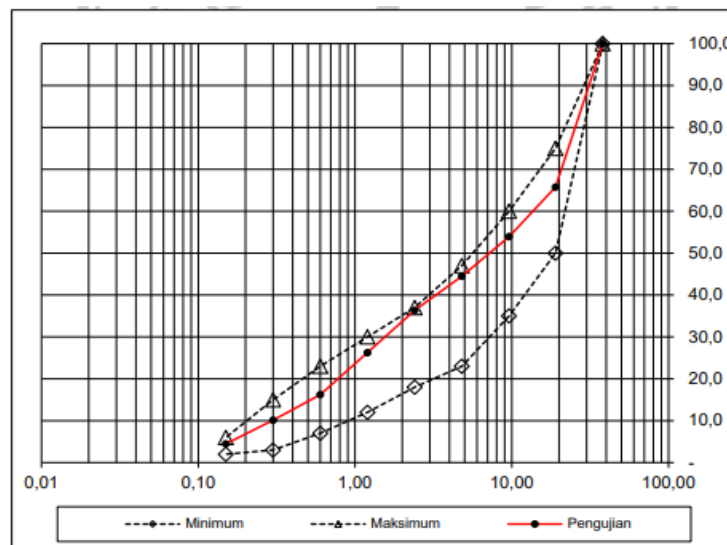
a. Berat Jenis dan Penyerapan Air

Dari hasil pengujian berat jenis di atas didapat Berat jenis Permukaan Jenuh rata- rata sebesar 2,48 dan dapat diklasifikasikan sebagai agregat normal karena nilainya masih dalam batas yang diijinkan yaitu antara 2,2 sampai 2,7. Penyerapan air (*absorption*) didapat dari hasil pengujian yaitu 4,44 %. Angka tersebut menunjukkan kemampuan agregat dalam menyerap air dari keadaan kering mutlak sampai jenuh kering muka sebesar 4,44 % dari berat kering agregat itu sendiri.

b. Analisa Saringan

Jenis Bahan yang digunakan adalah Pasir Jebrod. Sampel yang digunakan adalah sebanyak 951,30 gram. Dari penelitian yang didapat, data yang diperoleh akan menjadi dasar penentu Spesifikasi Grading Agregat Halus. Dari data yang diperoleh, maka hasil pengujian agregat halus masuk ke Grading Zone II (Sedang).

3.4. Spesifikasi Gradasi Gabungan



Gambar 2. Grafik gradasi gabungan

Dari hasil penelitian yang diperoleh, maka Agregat Halus dan Agregat Kasar yang telah diuji dinyatakan layak untuk pencampuran beton.

3.5. AIR

Air yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari air PDAM Tirta Mukti Kabupaten Cianjur. Air ini berasal dari sumber mata air Cirumput. Air PDAM memiliki pH yang bersifat Netral atau ber pH 7. Untuk mendapatkan air bersifat asam dan basa, maka air PDAM dicampurkan dengan zat Asam Citrus untuk mendapatkan air ber pH asam. Sementara untuk mendapatkan air ber pH basa, air PDAM dicampurkan dengan pemutih pakaian.

3.6. Mix Design

Mix Design didapat dari LAB PUPR Kabupaten Cianjur, sehingga data yang digunakan merupakan hasil dari pengujian oleh LAB PUPR Kabupaten Cianjur. Berdasarkan hasil mix design beton normal mutu sedang maka kebutuhan bahan untuk 1 meter kubik adalah sebagai berikut :

- a. Semen : 383,93 kg
- b. Air : 215 Liter
- c. Pasir/Agregat Halus : 761,43 Kg

- d. BP. 10-20/Agregat Kasar : 949,64 Kg
- Kemudian setelah dilakukan koreksi maka akan didapat hasil sebagai berikut :
- a. Semen : 383,93 kg
 - b. Air : 181,10 Liter
 - c. Pasir/Agregat Halus : 806,51 Kg
 - d. BP. 10-20/Agregat Kasar : 947,01 Kg

3.7. Hasil Kuat Tekan Beton K-250 dengan Campuran Air pH Netral

Tabel 1. Hasil Uji Tekan Beton dengan Campuran Air Netral

No.	Kode (K)	Tanggal Pembuatan	Tanggal Pemeriksaan	Berat (gr)	Umur (hari)	Beban (kg)	Kuat Tekan (kg/cm ²)
1	Silinder Netral #1	08 April 2022	06 Mei 2022	11,71	28	32000	248,05
2	Silinder Netral #2	08 April 2022	06 Mei 2022	11,72	28	30000	232,55
3	Silinder Netral #3	08 April 2022	06 Mei 2022	11,82	28	39500	306,19
4	Silinder Netral #4	08 April 2022	06 Mei 2022	11,77	28	32500	251,92
5	Silinder Netral #5	08 April 2022	06 Mei 2022	11,87	28	29500	228,67
6	Silinder Netral #6	08 April 2022	06 Mei 2022	11,75	28	31500	244,17
7	Silinder Netral #7	08 April 2022	06 Mei 2022	11,79	28	33000	300,43
8	Silinder Netral #8	08 April 2022	06 Mei 2022	11,71	28	31000	250,64
9	Silinder Netral #9	08 April 2022	06 Mei 2022	11,71	28	30000	266,78
10	Silinder Netral #10	08 April 2022	06 Mei 2022	11,74	28	33000	247,10

Didapat kuat tekan f_c' untuk silinder beton yang sudah di uji, yaitu pada umur 28 hari paling tinggi sebesar 306,19 Kg/cm², paling rendah sebesar 228,67 Kg/cm² dan rata - rata adalah 266,24 Kg/cm². Di mana besar kuat tekan sudah mencapai dengan kuat tekan beton mutu sedang rencana yaitu 250 Kg/cm².

3.8. Hasil Kuat Tekan Beton K-250 dengan Campuran Air pH Asam

Tabel 2. Hasil Uji Beton dengan Campuran Air Asam

No.	Kode (K)	Tanggal Pembuatan	Tanggal Pemeriksaan	Berat (kg)	Umur (hari)	Beban (kg)	Kuat Tekan (kg/cm ²)
1	Silinder Asam #1	30 Maret 2022	27 April 2022	11,71	28	34130	193,23
2	Silinder Asam #2	30 Maret 2022	27 April 2022	11,83	28	37340	211,41
3	Silinder Asam #3	30 Maret 2022	27 April 2022	11,86	28	34310	194,25
4	Silinder Asam #4	30 Maret 2022	27 April 2022	11,70	28	32790	185,65
5	Silinder Asam #5	30 Maret 2022	27 April 2022	11,64	28	34610	195,95
6	Silinder Asam #6	31 Maret 2022	28 April 2022	11,90	28	38740	219,33
7	Silinder Asam #7	31 Maret 2022	28 April 2022	11,68	28	34660	196,23
8	Silinder Asam #8	31 Maret 2022	28 April 2022	11,87	28	37560	212,65
9	Silinder Asam #9	31 Maret 2022	28 April 2022	11,65	28	35240	199,52
10	Silinder Asam #10	31 Maret 2022	28 April 2022	11,77	28	33720	190,91

Didapat kuat tekan f_c' untuk silinder beton yang sudah di uji, yaitu pada umur 28 hari paling tinggi sebesar 219,33 Kg/cm², paling rendah sebesar 185,65 Kg/cm² dan rata - rata adalah 199,92 Kg/cm². Di mana besar kuat tekan tidak mencapai dengan kuat tekan beton mutu sedang rencana yaitu 250 Kg/cm².

3.8. Hasil Kuat Tekan Beton K-250 dengan Campuran Air pH Basa

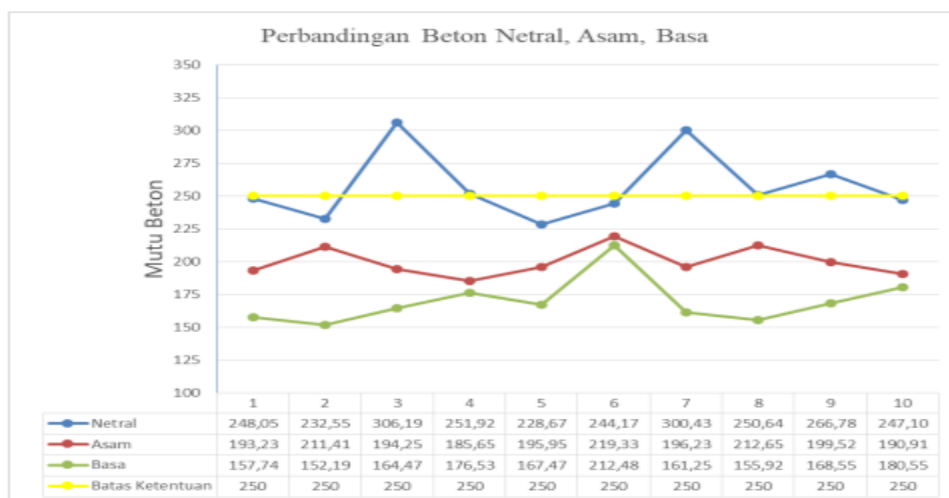
Tabel 5. 12 Hasil Uji Beton dengan Campuran Air Basa

No.	Kode (K)	Tanggal Pembuatan	Tanggal Pemeriksaan	Berat (gr)	Umur (hari)	Beban (kg)	Kuat Tekan (kg/cm ²)
	Silinder	01 April	29 April				

1	Basa #1	2022	2022	11,67	28	27860	157,74
2	Silinder Basa #2	01 April 2022	29 April 2022	11,78	28	26880	152,19
3	Silinder Basa #3	01 April 2022	29 April 2022	11,79	28	29050	164,47
4	Silinder Basa #4	01 April 2022	29 April 2022	11,75	28	31180	176,53
5	Silinder Basa #5	01 April 2022	29 April 2022	11,64	28	29580	167,47
6	Silinder Basa #6	02 April 2022	30 April 2022	11,8	28	37530	212,48
7	Silinder Basa #7	02 April 2022	30 April 2022	11,67	28	28480	161,25
8	Silinder Basa #8	02 April 2022	30 April 2022	11,83	28	27540	155,92
9	Silinder Basa #9	02 April 2022	30 April 2022	11,81	28	29770	168,55
10	Silinder Basa #10	02 April 2022	30 April 2022	11,68	28	31890	180,55

Didapat kuat tekan f_c' untuk silinder beton yang sudah di uji, yaitu pada umur 28 hari paling tinggi sebesar 212,48 Kg/cm², paling rendah sebesar 152,19 Kg/cm² dan rata - rata adalah 169,72 Kg/cm². di mana besar kuat tekan tidak mencapai dengan kuat tekan beton mutu sedang rencana yaitu 250 Kg/cm²

3.9. Perbandingan Beton Netral, Asam, dan Basa



Gambar 3. Grafik perbandingan Kuat tekan Beton dengan Campuran Air Netral, Asam, dan Basa

Dari 3 Jenis beton dengan campuran air berbeda serta 30 sampel silinder, didapat bahwa beton dengan campuran air netral memenuhi mutu rencana yaitu $f'c'20$ dengan nilai rata – rata sebesar 266,24 Kg/cm² , sementara Beton dengan campuran air asam dan basa tidak memenuhi mutu rencana yaitu $f'c'20$. Nilai rata – rata yang diperoleh dari beton dengan campuran air asam memiliki nilai rata – rata sebesar 199,92 Kg/cm² dan Nilai rata – rata yang diperoleh dari beton dengan campuran air asam memiliki nilai rata – rata sebesar 169,72 Kg/cm² . Dalam pengujian ini, seluruh sampel tidak dilakukan slump test terlebih dahulu.

3.10. Kerusakan Pada Benda Uji Beton

Setelah selesai dilakukan uji kuat tekan beton, beton berumur 28 hari dengan campuran air asam dan beton berumur 28 hari dengan campuran air basa memiliki pola kehancuran yang sama. Kedua jenis beton tersebut hancur berkeping – keping setelah dikeluarkan dari alat uji tekan. Hal ini didukung bahwa kedua jenis beton tersebut tidak memenuhi mutu yang direncanakan



Gambar 4. Kerusakan Pada Sampel Beton Asam



Gambar 5. Kerusakan Pada Sampel Beton Basa

4. Kesimpulan

Berdasarkan uraian dan penjelasan pada bab – bab sebelumnya mengenai pengaruh sifat pH air pada mutu beton maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. pH air sangat berpengaruh pada mutu beton, hal ini didasarkan pada beton yang memiliki campuran air asam maupun basa dapat mengurangi kualitas beton.
2. Meskipun air asam memiliki sifat korosif, ternyata setelah diuji, beton yang memiliki campuran air asam memiliki kualitas yang lebih baik dari beton dengan campuran air basa.
3. Jika pH air >7 atau <7 maka kualitas beton akan menurun.
4. Beton yang menggunakan campuran air netral memiliki mutu rata – rata sebesar 21,38 Mpa di atas mutu yang direncanakan yaitu 20 Mpa.
5. Beton yang menggunakan campuran air asam memiliki mutu rata – rata sebesar 16,59 Mpa di bawah mutu yang direncanakan yaitu 20 Mpa.
6. Beton yang menggunakan campuran air basa memiliki mutu rata – rata sebesar 14,09 Mpa di bawah mutu yang direncanakan yaitu 20 Mpa.
7. Dari ke 3 jenis beton, hanya beton dengan campuran Air Netral yang memiliki mutu di atas mutu yang direncanakan yaitu $f'c' 20$ atau 20 Mpa.

Ucapan Terimakasih

Terima kasih kepada Fakultas Teknik Universitas Suryakencana yang telah menjadi wadah bagi para peneliti untuk mengembangkan penelitian jurnal ini. Semoga penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang besar bagi kemajuan ilmu pengetahuan di Indonesia.

Referensi

- [1] Adminpu. 2021. Pembuatan Dan Pemeriksaan Benda Uji Beton, <https://dpu.kulonprogokab.go.id/detil/50/pembuatan-dan-pemeriksaan-benda-uji-beton>. Diakses pada tanggal 19 April 2022 pukul 22.00 WIB.
- [2] Afifah Rahmah. 2022. Pengertian Asam Basa: Sifat, Klasifikasi dan Indikatornya, <https://www.detik.com/edu/detikpedia/d-6027121/pengertian-asam-basa-sifat-klasifikasi-dan-indikatornya>. Diakses pada tanggal 16 April 2022 pukul 13.35 WIB.

- [3] Anggarani Budi Ribowo, Chatarina Niken, Ratna Widyawati. Pengaruh kondisi lingkungan pada kualitas beton (studi kasus RSP Universitas Lampung). Diakses pada tanggal 01 Juli 2022 Pukul 12.50 WIB.
- [4] Anonim. 2020. Alat Uji Beton. <https://peralatan-teknik.com/product-category/peralatan-teknik-sipil/peralatan-laboratorium-beton/>. Diakses pada tanggal 27 Februari 2022 pukul 18.43 WIB.
- [5] Herri Purwanto, Utari Cakra Wardani. 2020.
- [6] Pengaruh Penambahan Serbuk Besi Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu K225. Diakses pada tanggal 05 Juli 2022 pukul 18.53 WIB.
- [7] Kementrian PUPR. 2017. Diklat Perkerasan Kaku - Rancangan Campuran Beton. Diakses pada tanggal 13 Mei 2022 pukul 18.53 WIB.
- [8] Marchin Alfredo. 2012. Studi Kuat Tekan Beton Normal Mutu Sedang Dengan Campuran Abu Sekam Padi (Rha) Dan Limbah Adukan Beton (Csw). Diakses pada tanggal 04 Juni 2022 pukul 11.00 WIB.
- [9] R. Dedi Iman Kurnia, Syarizal Fonna, Syifaul Huzni, Suhaimi. PENGARUH KANDUNGAN KIMIA AIR TERHADAP KUAT TEKAN BETON. Diakses pada tanggal 01 Juli 2022 Pukul 12.55 WIB.
- [10] Sena Arian, Sulwan Permana, Roestaman. Pengaruh Penggunaan Agregat Kasar Kerikil Alami Terhadap Mutu Beton. Diakses pada tanggal 01 Juli 2022 Pukul 12.52 WIB.
- [11] SNI 03-2847-2002 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton. Untuk Bangunan Gedung. Diakses pada tanggal 13 April 2022 pukul 19.06 WIB.
- [12] SNI-03-2834-2000. Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. Diakses pada tanggal 13 Mei 2022 pukul 19.06 WIB.
- [13] SNI-1974-2011 Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder. Diakses pada tanggal 16 April 2022 pukul 13.25 WIB.
- [14] Yosua Erick. 2021. *Apa Itu Beton? Jenis, Fungsi, Kelebihan Dan Kekurangan.* <https://stellamariscollege.org/bet on/>. Diakses pada tanggal 27 Februari 2022 pukul 18.20 WIB.