

ANALISA PERBANDINGAN KUAT TEKAN BETON $f_c'-20,75$ DENGAN DIRAWAT (*CURING*) DAN TIDAK DIRAWAT

Doni Rinaldi Basri^{1*}, Rahmat Tisnawan², Wahyu B. Pribadi³

- 1) Teknik Sipil Universitas Abdurrah Pekanbaru Riau (email : doni.rinaldi@univrab.ac.id)
- 2) Teknik Sipil Universitas Abdurrah Pekanbaru Riau (email : rahmat.tisnawan@univrab.ac.id)
- 3) Teknik Sipil Universitas Abdurrah Pekanbaru Riau

Info Artikel

Riwayat Artikel:

Dikirim : 28-04-2021

Direvisi : 15-06-2021

Diterbitkan: 28-06-2021

Keywords :

Mutu beton

Kuat tekan beton

Curing beton

ABSTRAK

Untuk memahami dan mempelajari seluruh perilaku elemen gabungan pembentuk beton diperlukan pengetahuan tentang karakteristik masing-masing komponen pembentuk beton yaitu semen, agregat halus, agregat kasar dan air. Misalkan Semen A yang memiliki ketahanan yang tinggi terhadap sulfat, sehingga menghasilkan beton yang kuat dan bertekstur lebih halus. Sedangkan untuk Semen B adalah semen yang termasuk dalam kategori *Blended Cement* atau semen campur. Penelitian ini dilakukan untuk melihat perbandingan kuat tekan beton $f_c'-20,75$ dengan 2 (dua) merek semen yang berbeda, dengan metode perawatan (*curing*) dan tidak dirawat. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai rata-rata dari hasil kuat tekan beton tersebut sehingga dapat dibandingkan hasil semen manakah yang lebih kuat. Berdasarkan hasil uji tekan didapatkan mutu beton tertinggi untuk Semen A sebesar 22,89 Mpa dan untuk Semen B sebesar 21,76 MPa. Sedangkan untuk beton yang tidak dilakukan perawatan, didapatkan mutu beton tertinggi 19,15 MPa untuk Semen A dan 17,41 MPa untuk Semen B. Artinya pemberian perawatan sangat berpengaruh tinggi dalam meningkatkan mutu kekuatan beton.

1. PENDAHULUAN

Beton merupakan bahan konstruksi yang paling banyak pemakaiannya di seluruh dunia dan digunakan secara luas di dunia sebagai bahan konstruksi selain baja dan kayu. Beton digunakan di hampir semua jenis konstruksi, seperti konstruksi diatas tanah (gedung dan jembatan), dibawah tanah (pondasi, terowongan) dan didasar laut (pipa minyak, anjungan lepas pantai). Hal ini antara lain disebabkan oleh mudahnya dalam memperoleh bahan penyusun beton dan kesederhanaan dalam pembuatan beton. Selain itu beton juga dapat dibuat dengan berbagaimutu dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan konstruksi.

Beton diperoleh dengan cara mencampurkan beberapa bahan yang terdiri dari pasir, kerikil, semen, batu pecah atau agregat-agregat lain yang dicampur menjadi satu dengan suatu pasta yang terbuat dari semen dan air membentuk suatu massa mirip batuan. Terkadang, satu atau lebih bahan adiktif ditambahkan untuk menghasilkan beton dengan karakteristik tertentu, seperti kemudahan pengerjaan (*workability*), durabilitas, dan waktu pengerasan. Seperti substansi-substansi mirip batuan lainnya, beton memiliki kuat tekan yang tinggi dan kuat tarik yang sangat rendah (McCormac, 2004).

Dalam pembuatan beton, ada hal – hal yang berpengaruh terhadap kekuatan (*durability*) beton, salah satunya adalah perawatan (*curing*). Perawatan (*curing*) beton yang baik umumnya menggunakan air bersih (air yang tidak mengandung kandungan kimia yang dapat merusak beton).

2 METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimen dimana untuk mendapatkan data-data dan hasil penelitian dilakukan di Laboratorium Beton Jurusan Teknik Sipil Universitas Abdurrab, dengan tahapan sebagai berikut :

a. Persiapan Alat dan bahan

Beton

Beton adalah sebuah bahan bangunan komposit yang terbuat dari kombinasi agregat sebagai *filler* dan semen sebagai binder (Anam & Trianto, 2013). Beton dibentuk dengan mencampur semen, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambah dengan proporsi tertentu. Agregat merupakan komponen utama beton dengan mengisi sekitar 70% dari total volume beton. Semen digunakan sebagai bahan perekat sedangkan air sebagai bahan pembantu guna reaksi kimia selama proses pengikatan dan perawatan beton.

Material Penyusun Beton

1. Agregat

Menurut SNI 03-1737-1989 yang dimaksud dengan agregat adalah sekumpulan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lainnya, baik berupa hasil alam maupun hasil buatan. Agregat alam (*uncrushed*) adalah agregat yang didapat langsung dari alam seperti sungai dan gunung, sedangkan agregat buatan (*crushed*) adalah agregat yang didapat melalui proses mesin pemecah batu (*stone crusher*) sehingga dapat diperoleh agregat ukuran tertentu.

Agregat yang digunakan dalam campuran beton terdiri dari 60% sampai 75% dari volume totalnya. Agregat yang digunakan terdiri dari agregat kasar dan agregat halus. Agregat merupakan bagian yang jumlahnya terbesar dalam campuran, sehingga sebelum

dipakai untuk campuran beton, kualitas (mutu) agregat harus diutamakan.

Menurut ukurannya agregat dapat dibedakan menjadi dua, yaitu agregat halus dan agregat kasar. Sesuai dengan SNI 03-2847-2002 bahwa agregat halus merupakan agregat yang mempunyai ukuran butir maksimum sebesar 5,00 mm. Agregat halus dapat berupa pasir alam, pasir hasil olahan atau gabungan dari kedua pasir tersebut. Agregat halus tidak boleh mengandung bagian yang lolos lebih dari 45% pada suatu ukuran ayakan dan tertahan pada ayakan berikutnya. Modulus kehalusan tidak boleh kurang dari 2,3 dan lebih dari 3,1. Sedangkan agregat kasar adalah agregat yang mempunyai ukuran butir antara 5,00 mm sampai 40 mm. Agregat kasar dapat berupa kerikil, pecahan kerikil, batu pecah, teraktanurtiup atau beton semen hidrolis yang dipecah.

2. Semen

Semen adalah bahan pengikat pada pembentukan beton. Semen Portland adalah semen hidraulis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan *klinker* yang terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidraulis bersama bahan tambahan yang biasanya digunakan adalah *gypsum*. *Klinker* adalah penamaan untuk gabungan komponen produk semen yang belum diberikan tambahan bahan lain untuk memperbaiki sifat dari semen (Nadia, 2011). Bahan pengikat hidrolis adalah bahan pengikat yang proses pengerasannya lebih baik dalam rendaman air serta menghasilkan produk yang tahan dengan air.

3. Air

Dalam pembuatan beton, air merupakan salah satu factor penting, karena air bereaksi dengan semen akan menjadi pasta pengikat agregat. Kualitas air sangat mempengaruhi kekuatan beton. Kualitas air erat kaitannya dengan bahan-bahan yang terkandung dalam air tersebut. Air diusahakan agar tidak membuat rongga pada beton, tidak membuat retak pada beton dan tidak membuat korosi pada tulangan yang mengakibatkan beton menjadi rapuh.

Air yang dapat digunakan dalam proses pencampuran beton menurut SNI 03-2847-2002 adalah sebagai berikut :

- a. Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan merusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan.
 - b. Air pencampur yang digunakan pada beton prategang atau pada beton yang didalamnya tertanam logam aluminium, termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat, tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan.
 - c. Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada beton, kecuali Pemilihan proporsi campuran beton harus didasarkan pada campuran beton yang menggunakan air dari sumber yang sama.
- b. Pembuatan Job Mix Design (JMD) beton mutu FC-20,75**
 - c. Penentuan kebutuhan material**
 - d. Pencucian material agregat kasar dan halus**
 - e. Pembuatan benda uji (dengan 2 merek semen)**
 - f. Pemeliharaan beton (*curing*) & tidak dirawat**
Curing

Curing atau Perawatan Beton dilakukan saat beton sudah mulai mengeras yang bertujuan untuk menjaga agar beton tidak cepat kehilangan air dan sebagai tindakan menjaga kelembaban/suhu beton sehingga beton dapat mencapai mutu beton yang diinginkan. Pelaksanaan perawatan beton dilakukan setelah beton mengalami atau memasuki fase *hardening* (untuk permukaan beton yang terbuka) atau setelah bekisting beton dilakukan bongkaran dengan durasi tertentu yang dimaksudkan untuk memastikan terjaganya kondisi yang diperlukan untuk proses reaksi senyawa kimia yang terkandung dalam campuran beton. Proses *curing* pada beton berperan penting pada pengembangan kekuatan dan daya tahan beton. Proses *curing* meliputi pemeliharaan

kelembaban dan kondisi suhu, baik di dalam beton maupun di permukaan beton dalam periode waktu tertentu.

Tujuan Perawatan (*Curing*) pada Beton:

- a. Menjaga beton dari kehilangan air semen yang banyak -saat *setting time concrete*.
- b. Menjaga perbedaan suhu beton dengan lingkungan yang terlalu besar.
- c. Stabilitas dari dimensi struktur.
- d. Mendapatkan kekuatan beton yang tinggi.
- e. Menjaga beton dari kehilangan air akibat penguapan pada hari-hari pertama
- f. Menjaga keretakan.

Husna (2016) melakukan penelitian kualitas dan kuat tekan beton yang menggunakan semen Holcim PCC tipe II dengan benda uji beton berbentuk kubus dengan dimensi 15 x 15 x 15 cm. Meskipun telah dilakukan perawatan, namun kuat tekan rencana tidak tercapai. Hal ini dikarenakan pengaruh kadar lumpur dalam air yang digunakan untuk campuran beton.

Hasibuan (2019) menyebutkan bahwa faktor lama perawatan dengan cara membungkus kubus beton menggunakan goni basah tidak signifikan terhadap kuat tekan beton. Sedangkan Faktor lama perawatan dengan cara merendam kubus beton dalam air berpengaruh nyata terhadap kuat tekan beton. Artinya tidak terdapat interaksi antara faktor cara perawatan dan faktor lama perawatan kuat tekan beton.

Penelitian kuat tekan beton dengan beberapa metode perawatan juga dilakukan oleh Angjaya et al (2013). Hasil penelitian terhadap benda uji silinder 10/20 cm, berdasarkan 4 perilaku yang diterapkan, pada umur 3 hari perawatan oven 1 hari tanpa perendaman menghasilkan nilai kuat tekan yang paling tinggi dan pada umur 28 hari perawatan dengan perendaman menghasilkan nilai kuat tekan tertinggi.

Pada penelitian ini juga dilakukan tinjauan tentang kuat tekan beton dengan berbagai metode perawatan (Harjo, 2010; Rommel, 2011; Romadhoni; 2016; Supriyadi dan

Islam, 2017; Prayuda dan Pujiyanto, 2018; Pazlan et al., 2019; Basri et al., 2019).

- g. Pengujian kuat tekan umur 7, 14, 28 hari**
Menurut SNI 03-1974-1990 kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Kuat tekan beton (f_c') dapat dihitung dengan rumus :

$$F_c' = P/A$$

dengan :

F_c' = kuat tekan beton (Mpa)

P = beban tekan (N)

A = luas permukaan benda uji (mm²)

Kuat tekan beton dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya faktor air semen (FAS), *workability*, sifat dan jenis agregat, jenis campuran, serta perawatan dan umur beton. Faktor air semen sangat mempengaruhi kekuatan beton, FAS harus dihitung sehingga campuran air dan semen menjadi pasta yang baik. Artinya, tidak kelebihan air dan tidak kelebihan semen. Secara umum diketahui bahwa semakin tinggi nilai FAS, maka kekuatan beton akan semakin rendah. Penelitian kuat tekan beton dengan variasi FAS dilakukan oleh Prayuda et al (2018), dimana semakin kecil faktor air semen dapat membuat beton semakin tinggi kuat tekannya.

Sifat dan jenis agregat juga mempengaruhi kuat tekan beton. Semakin tinggi tingkat kekerasan agregat yang digunakan, maka kuat tekan yang dihasilkan juga akan semakin tinggi. Selain itu, susunan gradasi

butiran agregat yang baik dan ketidakseragaman butiran agregat dapat memperkecil rongga antara agregat sehingga menghasilkan beton yang padat dan kuat tekan yang tinggi. Beton yang dihasilkan perlu mendapatkan perawatan dengan tujuan memperoleh proses hidrasi yang sempurna. Kuat tekan beton meningkat seiring bertambahnya umur beton, kekuatan beton dianggap dapat mencapai 100% setelah berumur 28 hari.

h. Analisa dan Pembahasan

Bagian ini berisi tentang analisis dan pembahasan terhadap hasil pengujian kuat tekan beton dengan membandingkan antara beton yang diberikan perlakuan dirawat dan tidak dirawat.

i. Kesimpulan

Sebagai penutup, maka diberikan kesimpulan dari hasil pengujian yang dilakukan berkaitan dengan kuat tekan beton.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Job Mix Design (JMD)

Perhitungan campuran beton berdasarkan dari *mix design* yang digunakan pada salah satu pekerjaan yang dilakukan oleh PT. Riau Mas Bersaudara untuk mutu beton $f_c'20,75$. Pada penelitian ini, untuk agregat kasar menggunakan batu pecah 1-2 dan batu pecah 2-3 dari batu bersurat. Untuk agregat halus (pasir) diambil dari Danau Bingkuang. Semen yang digunakan adalah merk semen A dan merk semen B. Data dan perhitungan kebutuhan material dapat dilihat pada **Tabel 1** dibawah ini :

Tabel 1. Penimbangan untuk 1 M³ Beton $f_c'20,75$

Bahan	Berat Agregat (Kg)	Kumulatif hasil penimbangan
Pasir	768	768
Batu Pecah 1-2	479	479
Batu Pecah 1-3	674	674
Semen	315	315
Air	188 Kg/188 ltr	188

Sumber: *Job Mix Desain* PT. Riau Mas Bersaudara

1. Komposisi Campuran Material Untuk Satu Sampel

Berikut adalah *mix design* yang akan digunakan pada penelitian ini. Komposisi perbandingan campuran beton dijelaskan sebagai berikut : Kebutuhan material untuk membuat 1 m³ beton menggunakan silinder:

- 1. Semen = 315 Kg
- 2. Air = 188 Kg/188 ltr

- 3. Agregat Halus = 768 Kg
- 4. Agregat Kasar 1-2 (Kg) = 479 Kg
- 5. Agregat Kasar 2-3 (Kg) = 674 Kg

Berikut ini adalah data *mix design* yang menjadi acuan pada penelitian ini dan kemudian akan dilakukan perhitungan kembali untuk komposisi material dalam satu sampel silinder dapat dilihat pada **Tabel 2** di bawah ini.

Tabel 2. Komposisi untuk satu cetakan silinder (D 15 T 30)

Merek Semen	Semen (kg)	Pasir (kg)	Batu Pecah 1-2 (kg)	Batu Pecah 2-3 (kg)	Air (kg)
A	1,97	4.81	3.00	4.22	1.17
B	1,97	4.81	3.00	4.22	1.17

2. Pembuatan Benda Uji

Perencanaan campuran beton (*mix design*) mengacu pada aturan SNI 1974-2011 Setelah data/nilai campuran adukan beton diperoleh, selanjutnya melakukan pencampuran dengan mencampur agregat (kasar dan halus), semen, air beberapa persen yang telah ditentukan. Campuran tersebut dituangkan kedalam

talam baja besar untuk dilakukan uji nilai *slump*, setelah nilai *slump* diperoleh masukkan campuran adukan beton kedalam cetakan silinder ukuran 15 cm x 30 cm. Pengisian cetakan ditumbuk agar campuran mengisi rongga-rongga di dalam silinder. Jumlah benda uji yang akan dibuat pada penelitian ini adalah 18 benda uji.

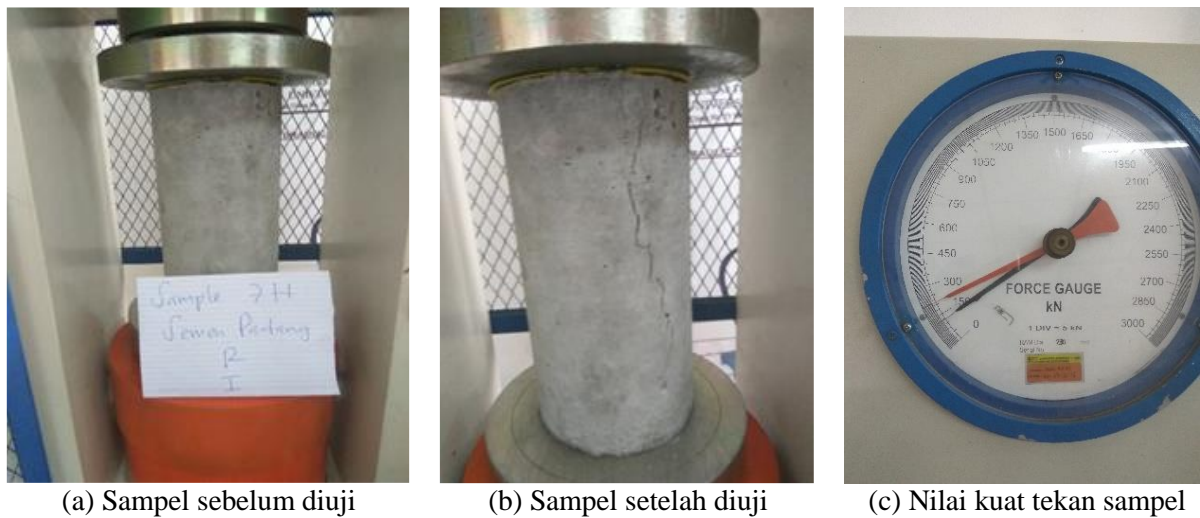
Tabel 3. Rincian jumlah benda uji yang akan dibuat

Merek Semen	Umur Rencana Beton (Hari)			Perlakuan Beton	
	7	14	28	Dirawat (<i>Curing</i>)	Tidak Dirawat
A	3	3	3	6	3
B	3	3	3	6	3
Jumlah	18			18	

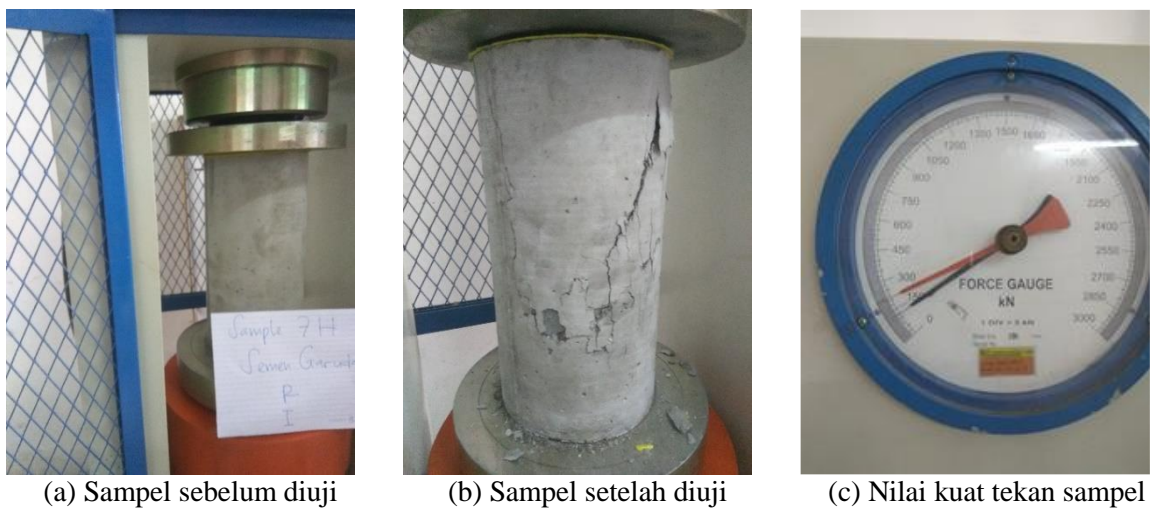
3.2 Analisa Hasil Pengujian

Gambar 1 dibawah ini menjelaskan pengujian kuat tekan beton/sampel (semen A) dicuci pada umur 7 hari. Gambar (a) sampel beton sebelum dilakukan pengujian, gambar (b) menjelaskan keadaan atau kondisi sampel beton sesudah dilakukan pengujian kuat tekan beton, sedangkan untuk gambar (c) menunjukkan nilai kuat tekan sampel beton. **Gambar 2** dibawah ini

menjelaskan pengujian kuat tekan beton/sampel (semen B) yang dilakukan perawatan pada umur 7 hari (1). Gambar (a) sampel beton sebelum dilakukan pengujian, gambar (b) menjelaskan keadaan atau kondisi sampel beton sesudah dilakukan pengujian kuat tekan beton, sedangkan untuk gambar (c) menunjukkan nilai kuat tekan sampel beton.



Gambar 1. Pengujian Kuat Tekan Semen A Umur 7 hari (2) (*curing*)



Gambar 2. Pengujian Kuat Tekan Semen B Umur 7 hari (1) (*curing*)

Berdasarkan hasil pengujian pada Semen A didapatkan bahwa nilai kuat tekan beton untuk kondisi dirawat meningkat 8,43 % dari 21,11 Mpa (umur 7 hari) menjadi 22,89 Mpa (umur 28 hari). Sedangkan kondisi beton yang tidak diberikan perawatan mengalami penurunan 17,28% yaitu 19,15 Mpa (umur 7 hari) menjadi 15,84 Mpa. (umur 28 hari). Selanjutnya untuk Semen B didapatkan bahwa nilai kuat tekan beton untuk kondisi dirawat mengalami penurunan sebesar 3,77 % dari 21,76 Mpa (umur 7 hari) menjadi 20,94 Mpa (umur 28 hari). Sedangkan kondisi beton yang tidak diberikan

perawatan mengalami penurunan 40,16% yaitu 17,41 Mpa (umur 7 hari) menjadi 10,47 Mpa. (umur 28 hari). Artinya perlakuan kondisi beton yang tidak dirawat dapat menurunkan kuat tekan sebesar 17,28% sampai dengan 40,16%. Namun jika dilakukan perawatan dapat meningkat sebesar 8,43%. Meskipun pada Semen B hasil pengujian kuat tekan menurun 3,77%, namun tidak signifikan. Hasil pengujian dilakukan terhadap sampel umur 7, 14 dan 28 hari selengkapnya disajikan dalam **Tabel 4** dan **Tabel 5** dibawah ini :

Tabel 4. Hasil Kuat Tekan Beton Menggunakan Semen A

Nomor Benda Uji	Berat (Kg)	Dimensi		Slump Test (cm)	Umur Beton (Hari)	Luas Penampang (mm ²)	Gaya Tekan (kN)	Kuat Tekan (N/mm ²)	Faktor Umur Beton	Faktor Koreksi Silinder	Mutu Beton (Mpa)	Mutu Beton Rata-Rata (Mpa)	Perlakuan Beton
		L (mm)	D (mm)										
1 (7)	12,850	300	150	9,83	7	17.671,5	275	16	0,65	1	23,94		Dirawat
2 (7)	12,855	300	150	9,83	7	17.671,5	210	12	0,65	1	18,28	21,11	Dirawat
1 (14)	12,045	300	150	9,83	14	17.671,5	330	19	0,88	1	21,22		Dirawat
2 (14)	12,870	300	150	11,32	14	17.671,5	340	19	0,88	1	21,86	21,54	Dirawat
1 (28)	12,840	300	150	11,32	28	17.671,5	419	24	1	1	23,71		Dirawat
2 (28)	12,975	300	150	11,32	28	17.671,5	390	22	1	1	22,07	22,89	Dirawat
1 (7)	12,595	300	150	10,58	7	17.671,5	220	12	0,65	1	19,15	19,15	Tidak dirawat
1 (14)	12,035	300	150	10,58	14	17.671,5	270	15	0,88	1	17,36	17,36	Tidak dirawat
1 (28)	12,260	300	150	10,58	28	17.671,5	280	16	1	1	15,84	15,84	Tidak dirawat

Tabel 5. Hasil Kuat Beton Tekan Menggunakan Semen B

Nomor Benda Uji	Berat (Kg)	Dimensi		Slump Test (cm)	Umur Beton (Hari)	Luas Penampang (mm ²)	Gaya Tekan (kN)	Kuat Tekan (N/mm ²)	Faktor Umur Beton	Faktor Koreksi Silinder	Mutu Beton (Mpa)	Mutu Beton Rata-Rata (Mpa)	Perlakuan Beton
		L (mm)	D (mm)										
1 (7)	12,870	300	150	9,83	7	17.671,5	275	16	0,65	1	23,94		Dirawat
2 (7)	12,800	300	150	9,83	7	17.671,5	225	13	0,65	1	19,59	21,76	Dirawat
1 (14)	12,895	300	150	9,83	14	17.671,5	320	18	0,88	1	20,58		Dirawat
2 (14)	12,865	300	150	11,32	14	17.671,5	345	20	0,88	1	22,19	21,38	Dirawat
1 (28)	12,760	300	150	11,32	28	17.671,5	390	22	1	1	22,07		Dirawat
2 (28)	12,850	300	150	11,32	28	17.671,5	350	20	1	1	19,81	20,94	Dirawat
1 (7)	12,400	300	150	10,58	7	17.671,5	200	11	0,65	1	17,41	17,41	Tidak dirawat
1 (14)	12,785	300	150	10,58	14	17.671,5	230	13	0,88	1	14,79	14,79	Tidak dirawat
1 (28)	12,630	300	150	10,58	28	17.671,5	185	10	1	1	10,47	10,47	Tidak dirawat

4 KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pengamatan langsung yang dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Untuk uji kuat tekan Semen A lebih unggul dibandingkan dengan Semen B pada semua umur beton.
2. Pemberian perawatan sangat berpengaruh terhadap hasil pengujian, dengan melakukan perawatan (*curing*) mutu beton yang dihasilkan lebih tinggi dari pada beton yang tidak dilakukan perawatan pada semua jenis semen yang digunakan.
3. Penurunan mutu beton cukup tinggi pada Semen B sebagai semen pendarat baru di industri semen Indonesia, dengan persentase penurunan mutu sekitar 33,42%, hampir dua kali lipat dibanding dengan Semen A dengan persentase penurunan mutu sekitar 16,48%.

Sedangkan saran yang diberikan adalah :

1. Alat uji kuat tekan *Compression Testing Machine* harus benar-benar akurat, serta pembacaan jarum beban maksimal harus teliti dan cermat.

2. Untuk dapat melakukan penelitian lebih lanjut seperti pemilihan atau pemakaian jenis semen yang lebih beragam lagi, jenis dan asal material yang berbeda, serta dengan mutu dan umur pengujian yang lebih beragam lagi dan metode perawatan yang berbeda.

5 UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini. Selain itu, ucapan terima kasih juga diberikan kepada PT. Riau Mas Bersaudara dan Laboratorium Beton Jurusan Teknik Sipil Universitas Abdurrah yang telah memfasilitasi dalam pengujian mutu beton.

6 DAFTAR PUSTAKA

- Anam, M. S., & Trianto, W. (2013). Pengaruh Penggunaan *Bone Ash* dan *Rice Husk Ash* Terhadap Sifat Mekanis Pasta Semen. Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil 7. Universitas Sebelas Maret, (Surakarta, 24-26 Oktober 2013), 71-79. <https://fdokumen.com/document/pengaruh-penggunaan-bone-ash-dan-rice-husk-ash-limbah-tulang-hewan-sendiri-sangat.html>

- Angjaya, N., Kumaat, E. J., Wallah, S. E., & Tanudjaja, H. (2013). Perbandingan Kuat Tekan Antara Beton dengan Perawatan pada *Elevated Temperature* dan Perawatan dengan Cara Perendaman serta Tanpa Perawatan. *Jurnal Sipil Statik Universitas Samratulangi, Manado*, 1(3), 153-158. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/937>
- Basri, D. R., Husnah, H., & Agusrianto. (2019). Analisa Perbandingan Dua Merek Semen dengan Kebersihan Material Terhadap Kuat Tekan Beton K-250. *Jurnal Rab Construction Research (RACIC) Universitas Abdurrahman Pekanbaru*, 4(1), 20-31. <http://jurnal.univrab.ac.id/index.php/racic/article/view/1038>.
- Hasibuan, M. H. M. (2019). Pengaruh Cara dan Lama Perawatan Terhadap Kuat Tekan Beton. *Buletin Utama Teknik. Fakultas Teknik UISU Medan*, 14(2), 149-154. <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/but/article/view/1100>
- Husna, H. (2016). Analisa Perencanaan Beton Mutu Tinggi (*High Strength Concrete*) dengan Semen Holcim. *Jurnal Rab Construction Research (RACIC)-Universitas Abdurrahman Pekanbaru*, 1(2), 134-144. <http://jurnal.univrab.ac.id/index.php/racic/article/view/167>
- Nadia & Fauzi, A. (2011). Pengaruh Kadar Silika Pada Agregat Halus Campuran Beton Terhadap Peningkatan Kuat Tekan. *Jurnal Konstruksia*, 3(1), 35-43. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/konstruksia/article/view/244>
- Nugraha, P., & Antoni, A. (2010). *Teknologi Beton dari Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi*. Yogyakarta: Penerbit ANDI
- Prayuda, H., & Pujiyanto, A. (2018). Analisis Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Dengan Bahan Tambah Superplastisizer dan Limbah Las Karbit. *Jurnal Rekayasa Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*, 12(1), 32-38. <https://rekayasasipil.ub.ac.id/index.php/rs/article/viewFile/485/393>
- SNI 03-1737-1989. (1990). *Tata Cara Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) Untuk Jalan Raya*. Badan Standarisasi Nasional. SNI 03-1974. (2011). *Cara Perhitungan Kuat Tekan Beton Silinder*. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-1974-1990. (1990). *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-2847-2002. (2002). *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Badan Standarisasi Nasional Bandung.
- Harjo, R. (2010). Kuat Tekan dan Porositas Beton Mutu Tinggi dengan Metode Perawatan *Steam Curing* dan Konvensional. Tugas Akhir. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang. <http://eprints.umm.ac.id/32455/>
- Romadhoni, N. (2016). Analisis Variasi Metode Perawatan pada High Volume *Fly Ash Concrete* Mutu Tinggi Terhadap Sifat Mekanisnya. Tugas Akhir. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta. http://eprints.ums.ac.id/47375/19/Naspub_nurnaim.pdf
- Rommel, E. (2011). Pengaruh Pemberian Perawatan *Steam Curing* Terhadap Kekuatan dan Durabilitas Beton dengan Semen Pozzolan. *Jurnal Media Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Malang*, 9(2), 142-154. <https://ejournal.umm.ac.id/index.php/jmts/article/view/1200>
- Pazlan, C., Aulia, T. B., & Hasibuan, P. (2019). Pengaruh Substitusi Aditif dan Agregat terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi yang Direndam pada Air Asin. *Journal of The Civil Engineering Student Universitas Syiah Kuala Banda Aceh*, 1(3), 57-63. <http://jim.unsyiah.ac.id/CES/article/view/8984>
- Supriani, F., & Islam, M. (2017). Pengaruh Metode Perlakuan dalam Perawatan Beton Terhadap Kuat Tekan dan Durabilitas Beton. *Jurnal Inersia Universitas Bengkulu*, 9(2), 47-54. <https://ejournal.unib.ac.id/index.php/inersiajurnal/article/view/6680>.