

PENGARUH GENANGAN AIR TERHADAP PENGECORAN BETON IN-SITU

Aminullah

Teknik Pertambangan, Politeknik Islam Syekh Salman Al Farisi Rantau
Email: aminullah_ak@yahoo.co.id

ABSTRACT

High rainfall intensity maybe occur during the dry season. This can certainly disturb the erection of a building project, especially in a case of construction works requiring dry condition, such in concrete item. Various attempts have been made to reduce the height of the puddle, when mixing the fresh concrete in a frame work of sub-structure elements, e.g. the foot-plate foundation. The puddles in the foundry area potentially affect the composition of the mortar especially in water-cement ratio (wcr). This caused a decrease of compressive strength (f_c) of the concrete then causing the quality decrease of the concrete. This research used two types of mixed concrete conditions: dry and waterlogged condition. The water cement ratio should be changed when mixing concrete had been performed in waterlogged condition. One determined control sample was based on a normal concrete mixture with characteristic strength (f_c) = 25 MPa. The standard of concrete mixing used is SNI-2834-2000 on the mixing procedure of a normal concrete mixed design. The concrete samples were tested using a concrete compressor universal test machine (UTM) than compared to hammer and Ultra Pulse Velocity (UPV) test. Based on the results of the study, the quality of mixed concrete in waterlogged conditions was much lower than the compressive strength design. The percentage reduction in compressed strength of mixed concrete under water submerged conditions ranged from 30.82% to 32.63% to normal concrete compressive strength. The higher level of puddle caused the lower compressive strength of the concrete. There was a match between the measurements of concrete compressive strength using UTM compared to hammer and UPV tests. The percentage differences in measurement of hammer test to UTM test results were 10.73% and 9.26% to 21.79% by the UPV test.

Keywords: concrete, foot plate, mix design, puddle, wcr

ABSTRAK

Intesitas hujan yang cukup tinggi juga dapat terjadi pada musim kemarau. Hal ini tentu dapat mengganggu pelaksanaan suatu pekerjaan bangunan, khususnya pekerjaan konstruksi yang telah disyaratkan untuk dikerjakan dalam kondisi kering. Berbagai macam upaya telah dilakukan untuk mengurangi tinggi genangan air pada saat pengecoran elemen sub-structure, seperti halnya pondasi telapak (foot-plate). Genangan air yang terdapat pada daerah pengecoran berpotensi mempengaruhi komposisi adukan khususnya pada faktor air semen (fas). Hal tersebut dapat mengakibatkan kuat tekan beton (f_c) berkurang sehingga mengakibatkan mutu beton menjadi berkurang. Kajian ini menggunakan dua jenis kondisi pengecoran, yaitu: kondisi kering dan kondisi pada genangan air. Faktor air semen berubah seiring dengan kegiatan pengecoran beton dalam kondisi basah (tergenang air). Satu buah sampel kontrol telah ditentukan berdasarkan adukan beton normal dengan kekuatan karakteristik (f_c) = 25 MPa. Standar pencampuran beton yang digunakan adalah SNI-2834-2000 tentang tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. Sampel beton akan diuji dengan alat kuat tekan beton yang dilengkapi dengan dial ekstensometer sehingga dapat diperoleh kurva tegangan-regangan beton berdasarkan variasi fas yang diberikan. Berdasarkan hasil penelitian maka kualitas beton yang dicor dalam kondisi tergenang air jauh lebih rendah dari nilai kuat tekan beton desain, Persentase penurunan kuat tekan beton yang dicor dalam kondisi terendam air berkisar antara 30,82% sampai dengan 32,63% terhadap kuat tekan beton normal, Semakin tinggi genangan air maka semakin rendah kuat tekan beton, Terdapat kesesuaian antara pengukuran kuat tekan beton menggunakan UTM dengan uji hammer dan UPV, Persentase perbedaan pengukuran uji hammer terhadap hasil uji UTM adalah 10,73% dan 9,26% sampai dengan Kualitas beton yang dicor dalam kondisi tergenang air jauh lebih rendah dari nilai kuat tekan beton desain, Persentase penurunan kuat tekan beton yang dicor dalam kondisi terendam air berkisar antara 30,82% sampai dengan 32,63% terhadap kuat tekan beton normal, Semakin tinggi genangan air maka semakin rendah kuat tekan beton, Terdapat kesesuaian antara pengukuran kuat tekan beton menggunakan UTM dengan uji hammer dan UPV, Persentase perbedaan pengukuran uji hammer terhadap hasil uji UTM adalah 10,73% dan 9,26% sampai dengan 21,79% untuk uji UPV.

Kata kunci: beton, foot plate, genangan, campuran

PENDAHULUAN

Intesitas hujan yang cukup tinggi dapat juga terjadi pada musim kemarau. Hal ini tentu saja dapat mengganggu pelaksanaan suatu pekerjaan konstruksi, khususnya pekerjaan beton. Pekerjaan beton adalah salah satu dari kegiatan konstruksi yang telah disyaratkan untuk dikerjakan dalam kondisi kering. Salah satunya adalah pengecoran beton. SNI 03-3976-1995 telah mengatur tentang tata cara pengadukan dan pengecoran beton. Kondisi cetakan harus dalam keadaan bersih dan tidak kemasukan air sehingga dapat mempengaruhi kualitas beton.

Berbagai macam upaya telah dilakukan untuk mengurangi tinggi genangan air pada saat pengecoran elemen *sub-structure*, seperti halnya pondasi telapak (*foot-plate*). Genangan air yang terdapat pada daerah pengecoran berpotensi mempengaruhi komposisi adukan yang akan dituangkan menjadi lebih encer. Selain itu tinggi jatuh adonan beton yang membentur genangan air dapat mengakibatkan segregasi pada beton.

Emilisyah dkk (2008) telah melakukan penelitian tentang pengaruh jumlah genangan air terhadap kuat tekan beton normal campuran air gambut. Penelitian ini memberikan hasil dari percobaan proses pengecoran dengan menuangkan adukan beton kedalam cetakan yang tergenangi air dengan bervariasi yaitu dari 25%, 50%, 75%, 100% dan 120% dari tinggi cetakan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh genangan air tersebut terhadap kuat tekan karakteristik beton. Pengujian meliputi uji kuat tekan. Penentuan campuran beton menggunakan Metode ACI. Mutu beton yang direncanakan adalah $f'_c = 25$ MPa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kuat tekan karakteristik beton

normal tanpa genangan sebesar 21,14 MPa dan Beton dengan variabel genangan air secara berturut turut sebesar 6,18 MPa; 2,73 MPa; 2,42 MPa,;2,42 MPa dan 1,89 Mpa. Bila dibandingkan dengan beton normal tanpa genangan terjadi penurunan sebesar 27,03% ; 76.36% ; 83,92% ; 86.69% ; 87,70 dan 91,16%.

Tuntutan waktu dan biaya selalu menjadi pertimbangan utama dalam pelaksanaan sebuah kegiatan konstruksi. Berbagai macam cara telah dilakukan untuk mengurangi volume air yang tergenangi di lokasi pengecoran tetapi, tidak jarang pelaksana (kontraktor) terpaksa mengabaikan kondisi air tergenang yang berada di sekitar cetakan. Pengecoran tetap dilakukan meskipun sebagian air dapat masuk ke dalam cetakan. Selain itu, kondisi penutup pelindung hujan yang tidak begitu baik juga dapat menyebabkan air hujan ikut bercampur dalam adukan beton. Hal tersebut tentu saja akan menambah kadar air (faktor air semen, fas) dalam campuran beton tersebut.

Faktor air semen (fas) adalah perbandingan berat antara air dan semen Portland di dalam campuran adukan beton. Nilai fas berkisar antara 0,40 sampai dengan 0,60 dalam pekerjaan di lapangan (Tjokrodimulyo, 2007). Hubungan antara fas dan kuat tekan beton secara umum ditampilkan dalam Persamaan 1.

$$f'_c = \frac{A}{B^x} \quad (1)$$

Persamaan 1 diberikan oleh Duff Abrams (1919) dengan f'_c , dan x adalah berturut-turut kuat tekan beton faktor air semen. A dan B adalah konstanta yang telah ditentukan.

Nilai fas hasil *mix design* boleh jadi berubah karena adanya penambahan air.

Penambahan air dapat terjadi pada saat pengecoran atau daerah pengecoran yang tergenang air. Petugas sering kali menambahkan air pada truk pengangkut campuran beton (molen) untuk keperluan membersihkan serpihan beton yang telah mengeras dan menghambat kegiatan pengecoran. Selain itu, pengecoran yang dilakukan pada daerah yang tergenang dapat menyebabkan air masuk kedalam cetakan melalui permukaan cetakan dan atau celah-celah papan cetakan (*bekisting*) bahan kayu.

SNI 2834-2000 telah mensyaratkan bahwa beton normal memiliki berat isi berkisar antara 2200-2500 kg/cm³. Kuat tekan karakteristik (*f'c*) beton normal berkisar antara 15MPa sampai dengan 30 MPa, kecuali untuk struktur beton normal yang berada di wilayah gempa maka kuat tekan beton normal minimal 20 MPa (Kardiyono, 2007).

Sebuah penelitian tentang pengaruh kadar air pada kekuatan beton (Chen, dkk. 2012). Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah hubungan yang dapat digunakan untuk menentukan sifat-sifat beton dikembangkan dengan menggunakan kadar air yang berbeda dalam pekerjaan kondisi di luar. Pengujian yang telah dilakukan adalah uji tekan dan uji tarik belah pada spesimen beton.

$$\frac{W}{A} = m\sqrt{t} + m_0 \quad (2)$$

Persamaan 2 digunakan untuk menentukan penyerapan air pada beton (Parrot, 1994). *W* adalah volume air yang terserap, *t* adalah waktu penyerapan dalam jam, *A* adalah luas tampang yang kontak dengan air.

Kajian lain tentang pengaruh perbedaan fas dalam sebuah campuran beton juga

dilakukan oleh Rosie dkk. (2015). Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh proporsi campuran yang dapat memberikan kekuatan tekan optimum serta mempelajari bagaimana pengaruh variasi Faktor Air Semen (FAS) dan jumlah semen terhadap kuat tekan beton.

Anisa dan Kharestian (2014) melakukan penelitian tentang beton kedap air untuk mengurangi resapan yang diakibatkan oleh genangan air. Penelitian ini memberikan suatu alternatif untuk mengurangi material pada beton itu sendiri dengan tidak mengurangi kuat tekannya, seperti beton dengan pengurangan agregat halus. Pengurangan agregat halus pada varian komposisi agregat halus dan kasar untuk mutu beton K-300 dibuat perbandingan nilai kuat tekan beton dan porositas beton dengan masing-masing faktor air semen (*fas*) yang diperoleh dengan beton normal maupun beton variasi.

Wesli dkk. (2011) juga melakukan penelitian tentang variasi *fas* pada kuat tekan beton. Kekuatan beton terhadap tekan cenderung ditentukan oleh material yang digunakan seperti agregat kasar (kerikil), agregat halus (pasir kasar dan pasir halus), serta semen. Pada penelitian ini jumlah benda uji sebanyak 135 benda uji yang terdiri dari bentuk kubus bersisi 15 cm, bentuk kubus bersisi 20 cm dan bentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm ditinjau dari pengaruh faktor air semen (*water cement ratio*) yang selanjutnya disingkat dengan *w/c ratio* yang dibuat dengan 9 jenis dari *w/c ratio*. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi faktor air semen, maka kuat tekan beton semakin rendah. Beton umur 28 hari dengan semen Portland I (normal) memiliki kuat tekan yang lebih tinggi daripada kuat tekan beton dengan semen Portland Pozoland. Hasil uji kuat tekan beton antara 26,79 MPa – 49,54 MPa.

Namun setelah umur 90 hari kuat tekan beton semen Portland pozoland melampaui kuat tekan beton semen Portland I antara 28,10 MPa – 49,90 MPa.

Sangat jarang ditemui kegiatan evaluasi kuat tekan beton untuk konstruksi fondasi. Pelaksana dan pengawas hanya memiliki hasil uji kuat tekan beton sampel yang diberikan oleh penyedia jasa *ready mix* sebagai dasar argumentasi kekuatan beton. Hal ini benar apabila pengecoran beton telah dilakukan sesuai dengan persyaratan yang ada tetapi, apabila pengecoran dilakukan pada waktu hujan dan kondisi tempat pengecoran penuh dengan genangan air. Nilai kuat tekan konstruksi fondasi dapat dievaluasi dengan cara yang tidak merusak (*non destructive test*). *Hammer test* dan *Ultrasonic Pulse Velocity test* (tes UPV) adalah metode untuk memperkirakan kekuatan beton secara tidak langsung tanpa merusak beton itu sendiri.

Anggraeni dkk (2013) telah melakukan penelitian tentang evaluasi kuat tekan beton menggunakan pengujian *Ultrasonic Pulse Velocity* (UPV). Penelitian ini merupakan uji coba awal metode tes UPV untuk memperkirakan kekuatan tekan beton yang dibuat dengan kondisi bahan di Indonesia; kemudian hasilnya dibandingkan dengan tes uji kekuatan tekan beton tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perkiraan nilai kekuatan beton berdasarkan tes UPV yang diturunkan dari mutu beton yang sesuai dengan target mutu beton yang diselidiki, memberi hasil paling mendekati hasil tes kekuatan tekan beton tersebut. Selain itu formula yang diturunkan berdasarkan komposisi campuran bahan pembuat beton, tanpa mengetahui kekuatan tekan aktual yang dihasilkan dari campuran itu, tidak selalu dapat digunakan untuk

memperkirakan kekuatan beton yang dibuat dari campuran bahan yang sama.

Muhre dkk (2011) memberikan sebuah persamaan yang menyatakan hubungan antara kuat tekan beton dan pembacaan *ultrasonic pulse velocity* (UPV) (Persamaan 3)

$$CS = 9,502PV - 18,89 \quad (3)$$

Orioz dkk (2012) juga telah memberikan persamaan untuk menghitung kuat tekan beton yang diperoleh dari *ultrasonic pulse velocity* (UPV) (Persamaan 4).

$$CS = 19,256PV - 51,317 \quad (4)$$

dengan CS adalah nilai kuat tekan beton dalam MPa dan PV adalah kecepatan gelombang dalam Km/dt.

Nasrudin dkk (2015) telah melakukan penelitian tentang perbandingan nilai kuat tekan beton antara *destructive test* dan *non-destructive test* dalam perawatan basah dan kering. Penelitian ini adalah penelitian eksperimental yang dilakukan di laboratorium dimana perawatan beton dilakukan di dalam curing room yang bersuhu konstan 20°C dan kelembaban udara sekitar 70%. Hasil penelitian membuktikan bahwa pengujian dengan menggunakan *hammer test* nilainya lebih tinggi dibandingkan dengan pengujian *universal testing machine*, kematangan umur beton berkorelasi dengan peningkatan kuat tekan beton, metode perawatan basah memberikan signifikansi peningkatan kekuatan beton, dan didapatkannya konstanta pengali untuk nilai hasil pengujian dengan *hammer test* sehingga hasilnya lebih valid.

Kajian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari kontribusi genangan air di

lokasi pengecoran terhadap perubahan nilai faktor air semen (fas) dalam adukan tersebut. Pengaruh faktor air semen dilihat dari kuat tekan beton yang telah dihasilkan. Hasil kuat tekan beton ($f'c$) dari universal test machine (UTM) dibandingkan dengan pengujian *non destructive test* berdasarkan hasil bacaan *hammer test* dan uji *ultrasonic pulse velocity* (UPV).

METODE

Kajian ini bersifat eksperimental dengan memodelkan pengecoran pondasi *foot plate* yang terendam genangan air dengan silinder beton yang dicor di dalam bak yang berisi air. Parameter yang diuji adalah nilai kuat tekan beton yang diperoleh pengujian desak menggunakan *universal test machine* (UTM). Nilai kuat tekan beton yang diperoleh dibandingkan dengan uji *hammer* dan uji *ultrasonic pulse velocity* (UPV).

Kajian ini menggunakan dua jenis sampel yang berbeda yaitu sampel beton normal yang dicor tanpa direndam (benda uji kontrol) dan sampel beton normal yang dicor dengan cara direndam dalam wadah berisi air (Gambar 1). Tinggi genangan air (d_w) ditentukan sedemikian rupa (0,50 dan 0,75 tinggi silinder beton) sehingga dianggap cukup untuk mewakili kondisi yang terjadi di lapangan.



Gambar 1. Pengecoran dalam bak rendaman

Sampel adalah silinder beton yang memiliki diameter penampang 150 mm dengan

Pengaruh Genangan Air ... (Aminullah/ hal 158-168)

tinggi 300 mm. Sampel terdiri dari sampel kontrol yaitu beton normal terdiri dari dua buah benda uji.

Kuat tekan rencana dan faktor air semen (fas) benda uji kontrol berturut-turut adalah 25 MPa dan fas adalah 0,55. Nilai fas ditentukan sedemikian rupa selain sebagai pertimbangan *workability* juga digunakan sebagai acuan dari kemudahan dalam memperhitungkan pengaruh penambahan air pada saat pengecoran akibat genangan dalam bak tampungan. Pengukuran nilai slump juga telah dilakukan untuk memastikan tingkat kelecakan beton normal (Gambar 2).



Gambar 2 Pengukuran slump

Nilai fas sampel beton yang dicor di dalam bak tampungan hanya dapat dievaluasi berdasarkan hubungan kuat tekan beton ($f'c$) dengan faktor air semen (fas). volume air yang berada di lokasi pengecoran.

Material yang digunakan pada penelitian ini adalah komponen material adonan beton segar untuk spesifikasi beton normal dengan kuat tekan karakteristik ($f'c$) = 25 MPa. Jenis semen yang dipilih adalah jenis semen tipe I. Jenis agregat halus adalah agregat halus alami dengan gradasi agak kasar. Agregat kasar adalah yang pecahan batu maksimum 40 mm. Berat jenis agregat halus adalah 2,5 dan berat jenis agregat kasar adalah 2,7.

Proporsi berat agregat halus terhadap campuran adalah 35%. Berat jenis agregat campuran adalah 2,63. Dengan demikian maka perkiraan berat beton per m^3 adalah 2350 kg. Berat silinder beton yang dihasilkan berkisar 11992 gram sampai dengan 12475 gram. Berat beton ini masih masuk kriteria dari berat beton normal.

Benda uji kontrol dalam penelitian ini menggunakan fas 0,55 sehingga dapat diperoleh volume kebutuhan material penyusun beton. Kebutuhan semen untuk 1 m^3 beton adalah 373 kg dan untuk 1 adukan adalah 40 kg. Kebutuhan aggregate halus untuk 1 m^3 beton adalah 620 kg dan untuk 1 adukan adalah 66,5 kg. Kebutuhan agregat kasar dalam 1 m^3 beton adalah 1152 kg dan untuk 1 adukan adalah 123,50 kg (12350 g).

Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengujian tekan beton secara eksperimental. Penelitian ini menggunakan alat uji tekan beton dengan prinsip kerja hidraulik, *Universal Testing Machine* (Gambar 3a). Sampel beton diletakkan sedemikian rupa pada alat untuk dilakukan uji tekan.

Laju pembebanan telah ditentukan sedemikian rupa berdasarkan standar pengujian kuat tekan beton yang berlaku. Sampel beton akan diberi beban sehingga mencapai beban hancur yang dibaca melalui sebuah dial yang tersedia pada UTM (Gambar 3b). Beban hancur tersebut kemudian dibaca sebagai kuat tekan beton yang dihasilkan ($f'c$).



(a)

(b)

Gambar 3 Uji tekan beton

Tahapan pengujian diawali dengan pembuatan *mix design* yang disesuaikan dengan *mix design* beton normal. Tahap kedua adalah mengukur tingkat kelecakan beton dengan menggunakan kerucut Abrams. Pada tahap ini proses pengecoran beton normal sebagai benda uji kontrol juga dilakukan. Tahap ketiga adalah melakukan pengecoran benda uji dalam bak tampungan yang berisi air.

Setiap sampel akan diuji pada usia beton berturut-turut 7 hari, 21 hari, dan 28 hari. Beton normal tanpa redaman terdiri dari dua jenis sampel yang keduanya diuji pada usia beton 7 hari, 21 hari, dan 28 hari. Sampel beton normal yang terendam air terdiri dari dua jenis sampel berturut-turut yaitu beton normal yang dicor pada tinggi genangan air adalah 0,50 tinggi silinder beton dan tinggi genangan air 0,75 tinggi silinder beton. Seluruh sampel akan dievaluasi nilai kuat tekan betonnya ($f'c$) pada umur beton 7 hari, 21 hari, dan 28 hari.

Berdasarkan hasil pengujian dari masing-masing sampel diperoleh nilai kuat tekan beton ($f'c$) untuk setiap umur beton dan setiap kondisi pengecoran. Hubungan antara kuat tekan beton dan umur beton diplot ke dalam sebuah grafik untuk setiap kondisi pengecoran.

Sebagian benda uji dengan perlakuan pengecoran terendam air juga dilakukan pengujian tidak merusak (*undestructive-test*) dengan *ultrasonic pulse velocity* (UPV) dan *Schmidt test* (*Hammer test*) sebagai komparasi terhadap hasil uji desak dengan UTM.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil kajian ini adalah kurva hubungan antara kuat tekan beton (f'_c) dan umur beton untuk setiap kondisi pengecoran (basah dan kering). Selain itu juga diperoleh kurva hubungan antara kuat tekan beton (f'_c) dan tinggi genangan air ketika pengecoran.

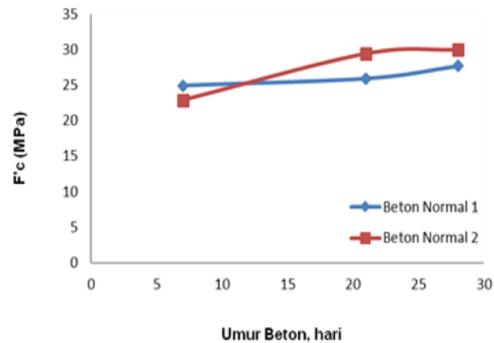
Berdasarkan hasil pengujian kuat desak maka diperoleh nilai kuat tekan beton (f'_c) untuk setiap benda uji dengan kondisi pengecoran yang berbeda (Tabel 1 dan Tabel 2).

Tabel 1. Kuat tekan beton (f'_c) benda uji control

No	Umur beton	f'_c (MPa)	
		Sampel 1	Sampel 2
1	7 hari	24,9	22,9
2	21 hari	25,9	29,4
3	28 hari	27,6	29,9

Tabel 1 menunjukkan bahwa hasil pengujian beton normal (tidak direndam) menunjukkan kuat tekan (f'_c) yang lebih besar daripada kuat tekan beton normal yang direncanakan ($f'_c = 25$ MPa). Persentase perbedaan kuat tekan masing-masing benda uji kontrol adalah 10,64% dan 19,96% terhadap kuat tekan beton (f'_c) desain terhadap kuat tekan beton rencana. Tabel 1 juga menunjukkan persentase perbedaan antara Sampel 1 dan Sampel 2 relatif kecil untuk setiap perbedaan umur beton. Persentase perbedaan kuat tekan beton Sampel 1 dan Sampel 2 berturut-turut yaitu: 8,03% (7 hari), 11,92% (21 hari), dan 7,69% (28 hari). Kuat tekan Sampel 2 lebih tinggi dari Sampel 1 pada

usia 21 hari dan 28 hari. Sebagai nilai referensi maka diambil nilai rerata dari kedua sampel tersebut yaitu berturut-turut 23,9 MPa (7 hari), 27,55 MPa (21 hari) dan 28,75 MPa (28 hari).



Gambar 4 Kurva F'_c dan usia beton (kontrol)

Gambar 4 menunjukkan bahwa tren kurva dari kedua jenis benda uji kontrol (sampel 1 dan Sampel 2). *Trendline* kurva kedua sampel tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan pada umur 28 hari (7,69%). Nilai kuat tekan beton (f'_c) pada umur beton 28 hari untuk kedua jenis benda uji kontrol tersebut berturut-turut: 27,6 MPa dan 29,9 MPa dengan persentase perbedaan 7,69% lebih tinggi kuat tekan beton sampel 2.

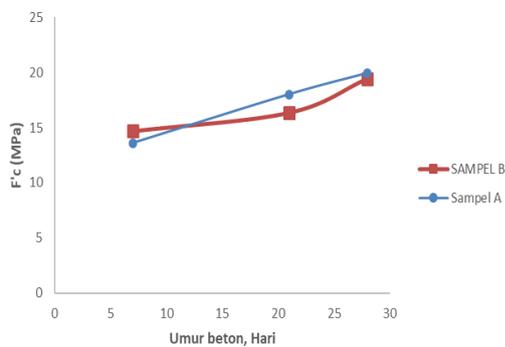
Tabel 2. Kuat tekan beton (f'_c) benda uji rendam

No	Umur beton	f'_c (MPa)	
		0,50H	0,75H
1	7 hari	13,61	14,70
2	21 hari	18,02	16,36
3	28 hari	19,94	19,42

Kuat tekan beton (f'_c) benda uji yang dicor dengan cara direndam air (Tabel 2) pada variasi ketinggian air 0,50H dan 0,75H dengan H adalah tinggi genangan air terlihat cukup bervariasi pada umur beton 7 hari dan 21 hari tetapi, relatif sama pada umur beton 28 hari.

Persentase perbedaan kuat tekan beton dengan genangan air 0,50H dan genangan air 0,75H berturut-turut yaitu: 8,00% (7 hari), 9,21% (21 hari), dan 2,61% (28 hari). Persentase tersebut juga menunjukkan

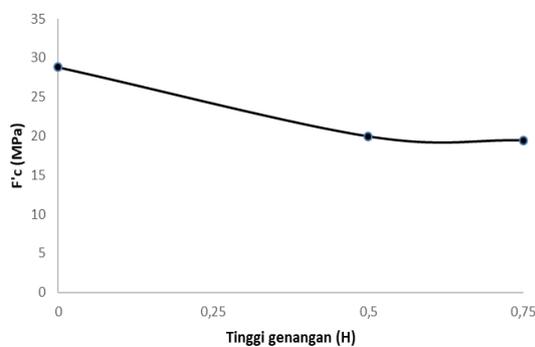
bahwa ada penurunan kuat tekan beton ($f'c$) seiring bertambahnya genangan air.



Gambar 5 Kurva $F'c$ dan usia beton (rendam)

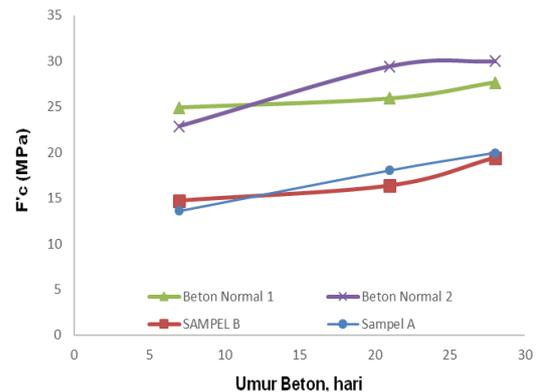
Gambar 5 menunjukkan pola kurva hubungan kuat tekan beton dengan umur beton pada kondisi beton yang dicor dalam kondisi terendam air. Sampel A adalah sampel beton yang dicor dengan tinggi genangan air 0,50 tinggi silinder beton. Sampel B adalah benda uji beton yang dicor dalam rendaman air dengan tinggi genangan 0,75 tinggi silinder beton.

Berdasarkan kurva yang ditunjukkan oleh Gambar 5 kuat tekan beton sampel B relatif lebih rendah daripada sampel A. Hal tersebut membuktikan bahwa semakin tinggi genangan air maka kemungkinan penambahan jumlah fas akan semakin besar. Kondisi ini mengakibatkan berkurangnya kekuatan beton yang ditunjukkan dengan nilai $F'c$ sampel B lebih rendah dari sampel A.



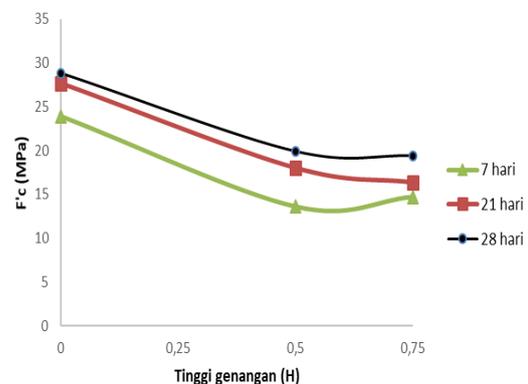
Gambar 6a. Kurva $f'c$ dan tinggi genangan air

Persentase penurunan kekuatan beton akibat tinggi genangan air adalah 3% pada umur beton 28 hari dan 9% pada umur beton 21 hari. Pada umur beton 7 hari, kuat tekan sampel B relatif lebih tinggi (7%). Meskipun demikian nilai kuat tekan beton yang dipilih adalah nilai kuat tekan beton pada usia 28 hari.



Gambar 6b. Perbandingan setiap kondisi

Gambar 6 menunjukkan bahwa beton normal yang dicor dalam genangan air memiliki kuat tekan yang sangat rendah (19,94 MPa dan 19,42 MPa) dibandingkan dengan beton normal (28,83 MPa) yang dicor dalam kondisi kering. Persentase penurunan kuat tekan beton pada umur 28 hari berturut-turut yaitu 30,82% dan 32,63%. Nilai tersebut sangat signifikan untuk sebuah pengurangan kekuatan tekan beton yang telah disyaratkan.



Gambar 7. $f'c$ dan tinggi genangan air (usia)

Kondisi ini belum mempertimbangkan jenis

material papan cetakan (*bekisting*) yang digunakan. Pada pengujian laboratorium silinder beton dicetak dalam bekisting logam yang relatif lebih kedap air dibandingkan bekisting kayu yang digunakan dalam kondisi aktual. Penggunaan *bekisting* kayu di lapangan sangat memungkinkan bagi air untuk lebih banyak masuk ke dalam campuran beton. Hal tersebut mengakibatkan bertambahnya nilai faktor air semen (fas). Pertambahan nilai fas mengakibatkan berkurangnya nilai kuat tekan beton ($f'c$) secara signifikan.

Tabel 3 *Hammer test* dan UPV

<i>Hammer Test</i>		UPV
A	B	
18	21	83
17	22	3675
18	18	84,5
18	18	3609
16	19	83,5
16	20	3653
15	21	80
18	22	3813
15	18	84
16	20	3631

Tabel 3 menunjukkan hasil pengukuran menggunakan *hammer test* dan uji *ultrasonic pulse velocity* (UPV) salah satu sampel beton yang dicor dalam genangan air pada umur beton 21 hari. Berdasarkan hasil pengujian *hammer test* diperoleh nilai kuat tekan rata-rata ($f'c$) adalah 18,30 MPa. Nilai tersebut lebih besar dari nilai $f'c$ beton yang dicor dengan cara direndam hasil uji UTM pada umur 21 hari yaitu 18,02 MPa dan 16,36 MPa. Persentase perbedaan hasil uji *hammer* dan hasil uji *universal test machine* (UTM) adalah 6,46%.

Tabel 3 juga menunjukkan hasil pengukuran salah satu sampel beton yang dicor dalam genangan air menggunakan *ultra pulse velocity* (UPV). Berdasarkan Persamaan Arioiz dkk (2012) dan Persamaan Mahure dkk (2011) maka diperoleh kuat tekan rata-rata dari hasil uji UPV adalah 17,86 MPa (Arioiz dkk) dan 15,39 MPa (Mahure dkk). Kedua nilai tersebut lebih rendah dari hasil uji tekan menggunakan UTM (19,68 MPa).

Tabel 4 *Hammer test* dan UPV

<i>Hammer Test</i>		UPV
A	B	
24	20	18
23	20	3910
24	20	80,5
21	20	3789
20	19	76,0
19	20	4013
19	24	76,5
18	20	3987
20	22	19,5
23	22	3436

Tabel 4 menunjukkan hasil pengukuran menggunakan *hammer test* dan UPV salah satu sampel beton yang dicor dalam genangan air pada umur beton 28 hari. Berdasarkan hasil pengujian *hammer* diperoleh nilai kuat tekan rata-rata ($f'c$) adalah 22,5 MPa. Nilai tersebut juga lebih besar dari nilai $f'c$ beton yang dicor dengan cara direndam hasil uji UTM pada umur 28 hari yaitu 19,94 MPa dan 19,42 MPa. Persentase perbedaan hasil uji *hammer* terhadap hasil UTM adalah 12,53%. Nilai ini jauh lebih besar daripada persentase perbedaan uji *hammer* terhadap UTM pada umur 21 hari (6,46%).

Tabel 4 juga menunjukkan hasil pengukuran sampel beton yang dicor dalam genangan air menggunakan *ultra pulse velocity* (UPV) pada umur beton 28 hari. Berdasarkan Persamaan Arioiz dkk (2012) dan Persamaan Mahure dkk (2011) maka diperoleh kuat tekan rata-rata dari hasil uji UPV adalah 21,48 MPa (Arioiz dkk) dan 17,77 MPa (Mahure dkk). Kedua nilai tersebut lebih rendah dari hasil uji tekan menggunakan UTM (19,94 MPa dan 19,42 MPa) berturut-turut untuk tinggi rendaman 0,50H dan 0,75H, dengan H adalah tinggi cetakan.

Persentase perbedaan hasil pengujian UPV terhadap hasil uji *universal test machine* (UTM) untuk umur beton 28 hari berturut-turut adalah 10,80% (Arioiz dkk) dan 12,67% (Mahure dkk). Formula Arioiz dkk memberikan nilai kuat tekan beton ($f'c$) lebih tinggi dari hasil uji UTM sebaliknya,

Persamaan Muhure dkk memberikan nilai $f'c$ yang lebih rendah daripada hasil uji *universal test machine* (UTM).

Berdasarkan Tabel 3 dan Tabel 4 juga diperoleh persentase perubahan kekuatan tekan beton ($f'c$) dari umur beton 21 hari sampai dengan 28 hari (18,67%) berdasarkan uji *hammer*. Persentase perubahan kekuatan tekan beton ($f'c$) dari umur 21 hari sampai dengan 28 hari adalah 4,10% (kontrol) dan 12,70% (beton terendam) berdasarkan uji *universal test machine* (UTM).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut: Kualitas beton yang dicor dalam kondisi tergenang air jauh lebih rendah dari nilai kuat tekan beton desain, Persentase penurunan kuat tekan beton yang dicor dalam kondisi terendam air berkisar antara 30,82% sampai dengan 32,63% terhadap kuat tekan beton normal, Semakin tinggi genangan air maka semakin rendah kuat tekan beton, Persentase penurunan kuat tekan beton ($f'c$) berturut-turut 8,00% (7 hari), 9,21% (21 hari), dan 2,61% (28 hari) berdasarkan perubahan tinggi genangan air, Terdapat kesesuaian antara pengukuran kuat tekan beton menggunakan UTM dengan uji *hammer* dan UPV, Persentase perbedaan pengukuran uji *hammer* terhadap hasil uji UTM adalah 10,73% dan 9,26% sampai dengan 21,79% untuk uji UPV

DAFTAR RUJUKAN

- Anisa J., Kharestian, K.G.,2014. *Studi Korelasi Faktor Air Semen (Water Cement Ratio) dengan Kuat Tekan Beton Struktural*,Palembang :Jurusan Teknik Sipil Perancangan Jalan dan Jembatan Politeknik Negeri Sriwijaya
- Bayu Emilsyah, Herwani, dan Crisna Djaya Mungok,2008,*Studi Eksperimental*

Pengaruh Jumlah Genangan Air terhadap Kuat Tekan Beton Normal Campuran Air Gambut. Jurnal Teknik Sipil UNTAN, Vol. 8 Nomor 2.

Chen, X., Huang, W., Zhou, J., 2012. *Effect of Moisture Content on Compressive and Split Tensile Strength of Concrete*. Indian Journal of Engineering and material Science, Vol. 19, pp. 427-435, India.

Happy Silvana Anggraeni, Eddy Eko Susilo, dan Sonny Wedhanto, 2013. *Perbandingan Kekuatan Beton Berdasarkan Hasil Ultrasonic Pulse Velocity Test dengan Uji Tekan (020M)*. Konferensi Nasional Teknik Sipil 7 (KoNTekS 7), Universitas Sebelas Maret (UNS) – Surakarta.

N.V. Mahure, G.K. Vijn, Pankaj Sharma, N. Sivakumar, dan Murari ratnam, 2011, *Correlation between Pulse Velocity and Compressive Strength of Concrete*, International Journal of Earth Science and Engineering ISSN 0974-5904, Volume 04, No. 06 SPL, p: 871-874, Oktober 2011 (online).

Nasruddin, Victor Sampebulu, M. Yahya Siradjuddin, dan Sapto B. Sampurno, 2015, *Analisis Perbandingan Nilai Kuat Tekan Beton antara Destructive Test dan Non-Destructive Test dalam Perawatan Basah dan Kering*. Prosiding Temu Ilmiah IPLBI 2015.

Omer ARIOZ, Ahmet TUNCAN, Mustafa TUNCAN, Tanen KAVAS, Kambiz RAMYAR, Kadir KILINC, dan Bekir KARASU, 2012, *Use of Combined Non-Destructive Methods to Assess The Strength of Concrete in Structures*, Journal of Science, Afyon

KotapeUniversity, Turkey. P: 147-154
(online).

Prihadi, W. R., & Pratama, G. N. I. P.
Konfigurasi Batang Pada
Perancangan Rangka Atap Bambu.
INERSIA, 12(2), 173-183.

Tjokrodimulyo Kardiyono. 2007. *Teknologi
Beton*, Yogyakarta : Biro Penerbit
Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada

Wesli,Said, J.A., Burhanuddin, 2011.
*PengaruhFaktor Air Semen terhadap
Kuat Tekan dan Porositas Beton
pada Varian Komposisi Agregat
Halus dan Kasar untuk Mutu Beton
K-300*.Teras Jurnal, Vol.1, No. 1.

.....,1995,*Tata Cara Pengadukan
dan Pengecoran Beton*.SNI 03-3976-
1995

.....,2000,*Tata Cara Perhitungan
Struktur Beton untuk Bangunan
Gedung*.SNI 03-2834-2000