

Pengaruh Perbedaan Metode Perawatan Terhadap Kuat Tekan Beton

Dahlia Patah^{1*}, Amry Dasar¹, Poppy Indrayani²

1. Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Barat, Jalan Prof. Dr. Baharuddin Lopa, SH, Talumung, Majene, Sulawesi Barat, 91411

2. Program Studi Magister Rekayasa Infrastruktur dan Lingkungan, Fakultas Pascasarjana, Jl. Prof. Abdurahman Basalamah No.101, Karampuang, Kec. Panakkukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90231

*e-mail: *dahliapatah@unsulbar.ac.id

(Received: 30 Mar. 2022 ; Reviewed: 10 Apr. 2022.; Accepted: 20 Mei 2022.)

Abstract

Article Title. This study discusses the effect of method and age of treatment on increasing the strength of normal concrete in a tropical environment. A total of forty-five (45) concrete cylinders were treated with five different treatment methods, namely immersion in fresh water, immersion in sea water, wrapped in wet burlap sack, wrapped in plastic, and flushed with plain water. For each of these treatment methods, the average compressive strength of 3 cylinders of concrete was taken for each treatment period of 7, 28 and 91 days. The results showed that the immersion method with fresh water produced concrete specimens with the highest 28 day compressive strength of 42.99 N/mm² followed by treatment with plastic wrap with a value of 40.94 N/mm². It was found that the method of wrapping in burlap sacks at the initial age of cement hydration obtained a higher compressive strength than all immersion methods. And for the long term, concrete strength increased up to 19% with the method of treatment immersed in seawater and treatment with fresh water on the concrete strength at the age of 28 days.

Keywords: Concrete; curing method; wet curing; compressive strength.

Abstrak

Penelitian ini membahas pengaruh dari metode dan usia perawatan terhadap peningkatan kekuatan beton normal di lingkungan tropis. Sebanyak empat puluh lima (45) selinder beton dirawat dengan lima macam metode perawatan, yaitu perendaman dalam air biasa, perendaman dalam air laut, dibungkus karung goni basah, dibungkus dengan plastik, disiram dengan air biasa. Untuk masing-masing metode perawatan ini, diambil rata-rata kuat tekan rata-rata dari 3 selinder beton untuk masing-masing periode perawatan 7, 28 dan 91 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode perendaman dengan air biasa menghasilkan benda uji beton dengan kuat tekan 28 hari tertinggi 42.99 N/mm² dilanjutkan perawatan dengan dibungkus plastik dengan nilai 40.94 N/mm². Didapatkan metode dengan dibungkus karung goni diumur awal hidrasi semen mendapatkan kuat tekan lebih tinggi dibandingkan dengan semua metode perendaman. Dan untuk jangka panjang, kekuatan beton meningkat hingga 19% dengan metode perawatan direndam air laut dan perawatan disiram-siram air biasa terhadap umur tekan beton di 28 hari.

Kata Kunci: beton; metode perawatan; perendaman; kuat tekan beton.

Pendahuluan

Beton merupakan salah satu material yang paling banyak digunakan pada proyek pembangunan di dunia seperti pada konstruksi jembatan, gedung, bendungan, trotoar, sistem saluran pembuangan, terowongan, sistem penampungan limbah. Ini dikarenakan banyaknya keunggulan yang dimiliki oleh material beton seperti mudah dibentuk sesuai keinginan, memiliki nilai kuat tekan tinggi, pemeliharaan yang mudah dan tahan terhadap temperatur tinggi. Untuk mendapatkan beton dengan kuat tekan optimum perlu dilakukan upaya maksimal seperti perawatan betonnya.

Menurut James dkk, 2012 bahwa beton normal harus dirawat dengan metode water curing (perendaman) untuk mencapai sifat pengerasan yang baik agar tidak kehilangan kelembaban, dan karena itu meningkatkan reaksi hidrasi semen. Dengan dilakukan perawatan secara optimum maka dipastikan beton akan mengalami hidrasi yang berkelanjutan, sehingga beton dapat mencapai mutu beton yang diinginkan. Hidrasi berkelanjutan sangat penting untuk dicapai untuk mempertahankan kadar air dan suhu, baik dalam beton maupun di permukaan beton dalam periode waktu tertentu. Selain perawatan dapat mempercepat perolehan kuat tekan beton optimum, perawatan juga dapat meningkatkan daya tahan, kedap air, ketahanan abrasi, stabilitas volumetrik, meminimalkan susut, ketahanan terhadap pembekuan dan pencairan, mencegah retak (Mamlouk & Zaniewski, 2006; Siddiqui et. al, 2013; Neville, 1995).

Ada dua kategori dalam perawatan beton yaitu metode menjaga ketersediaan air dan metode meminimalkan kehilangan air pencampuran dari beton dengan menyegel permukaannya yang terbuka (dalam hal ini porositas). Beberapa metode perawatan yang dikenal dalam dunia konstruksi yaitu dengan cara direndam, disiram ataupun dengan penyelimutan beton merupakan metode yang digunakan untuk menjaga ketersediaan air untuk perawatan beton. Untuk menentukan metode perawatan mana yang akan digunakan, beberapa faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihannya yaitu ketersediaan bahan perawatan, ukuran dan bentuk struktur, ekonomi, kondisi lingkungan, pengawasan, dan dari segi estetikanya (Mamlouk & Zaniewski, 2006).

Berbagai upaya penelitian telah dilakukan untuk menyelidiki pengaruh kondisi atau metode perawatan terhadap kuat tekan beton (James, , 2012; Kolo, dkk, 2013; and Raheem dkk, 2013). Raheem dkk. (2013) melakukan penelitian tentang pengaruh perawatan beton terhadap kuat tekan beton yaitu dengan metode perendaman dalam air, penyemprotan dengan air, penutup dengan plastik, penutup dengan karung goni basah, menggunakan pasir lembab, dan perawatan suhu ruang di laboratorium terhadap kuat tekan beton. Beton yang digunakan memiliki proporsi campuran 1:2:4 (semen:pasir:granit) dan dilakukan perawatan selama 3, 7, 14, 21 dan 28 hari. Para peneliti telah melakukan penelitian dengan perawatan dengan metode yang berbeda-beda untuk mengetahui pengaruhnya terhadap sifat mekanis beton. Semua penelitian yang dilakukan merupakan usaha untuk menafsirkan metode perawatan mana yang paling baik digunakan dalam pembangunan konstruksi. Beberapa peneliti menemukan bahwa beton yang dirawat menggunakan pasir basah memberikan hasil tertinggi kuat tekan pada umur 28 hari.

Pada kondisi lingkungan yang panas dan seringnya terjadi perubahan iklim seperti di negara tropis memiliki potensi menyebabkan metode perawatan yang digunakan menjadi kurang efektif dalam membantu pencapaian mutu beton optimum yang ingin ditargetkan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyelidiki dan membandingkan, dalam iklim tropis seperti Indonesia, pengaruh metode perawatan (*curing*) terhadap kuat tekan beton. Jenis metode perawatan yang akan digunakan ada 5 yaitu perendaman dengan air biasa, perendaman dengan air laut, dibungkus dengan karung goni basah, dibungkus dengan plastik film dan disiram-siram selama 7, 28 dan 90 hari. Diharapkan dengan adanya penelitian ini, menjadikan salah satu referensi untuk pemilihan perawatan beton dalam pembangunan konstruksi.

Metode

Semen Portland Komposit (SNI 15-7064-2004 Tipe I) yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen yang diperoleh secara komersial dan mudah didapatkan di Indonesia. Pasir dan kerikil berasal dari Sungai Mappili Kab. Majene dimana pasir sungai yang digunakan memiliki ukuran partikel lolos saringan 5 mm dan kerikil dengan ukuran maksimum 20 mm. Batas klasifikasi untuk pasir dan kerikil ini sesuai dengan SNI 03-1968-1990 dimana hasil pemeriksaan agregat telah memenuhi persyaratan untuk dijadikan agregat pada pencampuran beton (Dasar dan Patah, 2021). Properti material dan karakteristik agregat ditunjukkan pada masing-masing Tabel 1 dan Tabel 2. Untuk pencampuran dan perawatan beton digunakan air biasa dalam pekerjaan penelitian ini. Untuk air laut sebagai salah satu metode perawatan dalam penelitian ini diambil dari air laut Pantai Barane, Kab. Majene.

Tabel 1. Properti Material

| Material | Item | Berat jenis | Specific surface area (m ² /g) |
|----------|---------------------------------|-------------|---|
| Semen | Portland Composite Cement (PCC) | 3.145 | 0.382 |
| Kerikil | Maximum 20 mm | 2.56 | - |
| Pasir | Passing sieve 5 mm | 2.13 | - |
| Air | Air biasa | 1 | |
| | Air laut | 1.03 | |

Tabel 2. Karakteristik Agregat

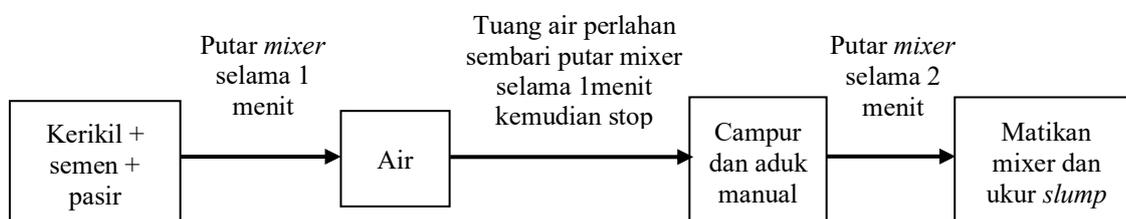
| Item | Pasir | Kerikil |
|-------------------------------|-------|---------|
| Kadar lumpur, % | 0.49 | 0.55 |
| Berat jenis, g/m ³ | 2.46 | 2.62 |
| penyerapan air, % | 1.69 | 0.64 |
| Kadar organis | No.2 | No.2 |
| Kadar air, % | 7.22 | 0.64 |
| Modulus kehalusan | 3.39 | 7.82 |

Pembuatan Benda Uji

Desain benda uji dengan berbagai perawatan dapat dilihat pada Tabel 3. Faktor air semen (FAS) yang digunakan adalah 40%. Beton dicampur dalam mixer selama beberapa menit dengan prosedur pencampuran beton ditunjukkan pada Gambar 1. Konsistensi beton ditentukan dengan melakukan uji *slump* sebelum dilakukan pencetakan selinder. Sebanyak 45 selinder beton (diameter 100 mm dan panjang 200 mm) dicor menggunakan baja cetakan. Benda uji selinder dikeluarkan dari cetakan 20-24 jam setelah dicetak. Masing-masing benda uji diberikan label untuk masing-masing tipe perawatan yang ditentukan dan periode perawatan yang ditentukan. Semua tipe perawatan dilakukan dalam laboratorium dengan kondisi suhu ruang yang tidak terkontrol. Kuat tekan rata-rata diambil dari 3 benda uji selinder yang akan diuji tekan pada umur 7, 28 dan 91 hari dan ditentukan masing-masing metode perawatan. Berdasarkan SNI 2458:2008 tentang tata cara pengambilan contoh uji beton segar mensyaratkan mengambil minimum 3 sampel kemudian dirata-ratakan untuk meminimalisir variasi kekuatan setiap sampel.

Tabel 3. Desain Benda Uji

| No. | Tipe | Metode Perawatan | Jumlah benda uji |
|-------|-------|--------------------|------------------|
| 1 | P-RAB | Rendam air biasa | 9 |
| 2 | P-RAL | Rendam air laut | 9 |
| 3 | P-BG | Bungkus goni basah | 9 |
| 4 | P-BP | Bungkus plastik | 9 |
| 5 | P-SS | Siram-siram | 9 |
| Total | | | 45 |



Gambar 1. Prosedur pencampuran beton

Perawatan Benda Uji

Sebanyak 5 macam perawatan beton digunakan dalam penelitian ini, yaitu perendaman dengan air biasa, perendaman dengan air laut, dibungkus dengan karung goni basah, perawatan dengan dibungkus plastik, dan disiram-siram air biasa (Gambar 3). Metode masing-masing perawatan yaitu:

- Perawatan perendaman air biasa (P-RAB)
Perawatan dilakukan dengan seluruh permukaan beton selinder terendam secara keseluruhan. Air yang digunakan merupakan air biasa/minum yang bersih dari cairan kimia. Benda uji selinder direndam dalam air biasa selama 91 hari.
- Perawatan perendaman air laut (P-RAL)
Perawatan dilakukan dengan seluruh permukaan beton selinder terendam secara keseluruhan. Air yang digunakan merupakan air laut yang tidak terkontaminasi dengan pinggir pantai. Benda uji selinder direndam dalam air laut selama 91 hari.
- Perawatan dibungkus dengan karung goni basah (P-BG)
Benda uji dibungkus dengan karung goni basah secara keseluruhan dan digunakan tali pengikat untuk menyatukan goni. Seluruh permukaan beton diwajibkan tertutup dan kondisi goni harus selalu dalam keadaan basah. Karung goni dibasahi setiap 7 hari hingga berumur 91 hari.
- Perawatan dengan dibungkus dengan plastik (P-BP)
Jenis plastik yang digunakan yaitu plastik film. Benda uji dirawat dengan cara dibungkus secara keseluruhan hingga permukaan beton tertutupi semua. Digunakan plaster untuk perekatan sambungan plastik untuk menghindari adanya celah udara masuk maupun menjaga ketersediaan air dalam beton tidak menguap keluar. Benda uji selinder dibungkus selama 91 hari.
- Perawatan dengan cara disiram-siram (P-SS)
Metode perawatan dengan cara disiram-siram dengan air biasa menggunakan semprot (*spray*). Seluruh permukaan beton disemprot air hingga merata. Penyemprotan dilakukan beberapa kali yaitu setiap 3 kali seminggu hingga beton berumur 91 hari.

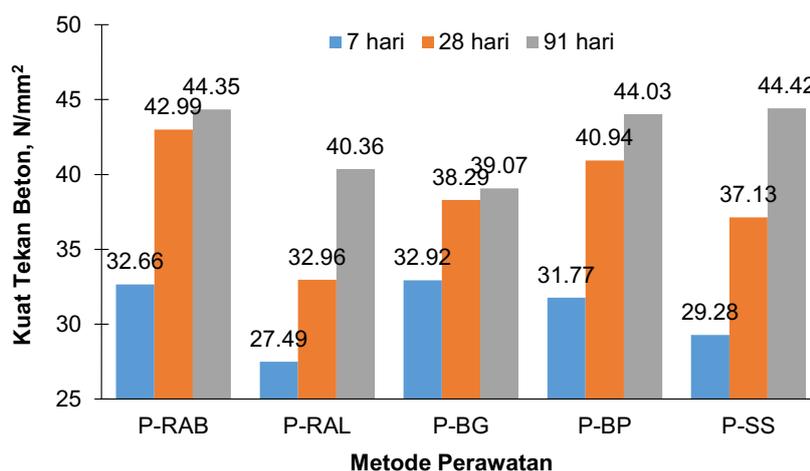


Gambar 2. Metode perawatan: a. direndam air biasa (P-RAB), b. direndam air laut (P-RAL), c. dibungkus karung goni (P-BG), d. dibungkus plastik (P-BP), e. disiram-siram (P-SS)

Pembahasan

Hasil variasi kuat tekan selinder beton dengan periode perawatan umur 7, 28 dan 91 hari dan untuk masing-masing metode perawatan dapat dilihat Gambar 3. Dari Gambar 3, diagram menunjukkan peningkatan kuat tekan selinder beton yang dirawat dengan perendaman dalam air biasa; perendaman dalam air laut, dibungkus dengan karung goni basah, dibungkus

dengan plastik; dan disiram-siram air biasa diamati terjadi peningkatan yang seharusnya dan mirip dengan yang ditandai dalam buku teks teknologi beton (Mamlouk & Zaniewski, 2006; Neville, 1995). Berdasarkan Gambar 3 untuk variasi kuat tekan beton dengan periode perawatan umur 7 hari menunjukkan beton dengan perawatan dibungkus dengan karung goni (P-BG) memiliki nilai kuat tekan lebih tinggi dibanding jenis beton yang lain. Nilai kuat tekan beton dengan perawatan perendaman air biasa (P-RAB), perawatan perendaman air laut (P-RAL), perawatan dibungkus dengan karung goni basah (P-BG), perawatan dibungkus dengan plastik (P-BP), dan beton dengan perawatan disiram-siram (P-SS) berturut-turut yaitu 32.66 N/mm², 27.49 N/mm², 32.92 N/mm², 31.77 N/mm², dan 29.28 N/mm². Akinwumi dkk (2014) menemukan pada umur 7 hari kuat tekan dengan perawatan dibungkus dengan karpet basah pada kondisi luar ruangan lebih rendah dibandingkan dengan perawatan dengan kondisi kering udara dalam laboratorium dan perawatan perendaman air. Sehingga salah satu yang bisa menjadi alasan pada umur 7 hari perawatan dibungkus dengan karung goni basah (P-BG) pada kondisi kering udara dalam laboratorium menjadi yang tertinggi adalah jumlah kadar air yang tersedia pada karung goni dan jumlah kadar yang dibutuhkan untuk hidrasi semen dalam keadaan setimbang. Hal ini dapat mendorong laju hidrasi semen khususnya pada umur awal sehingga mendorong peningkatan kuat tekan beton.



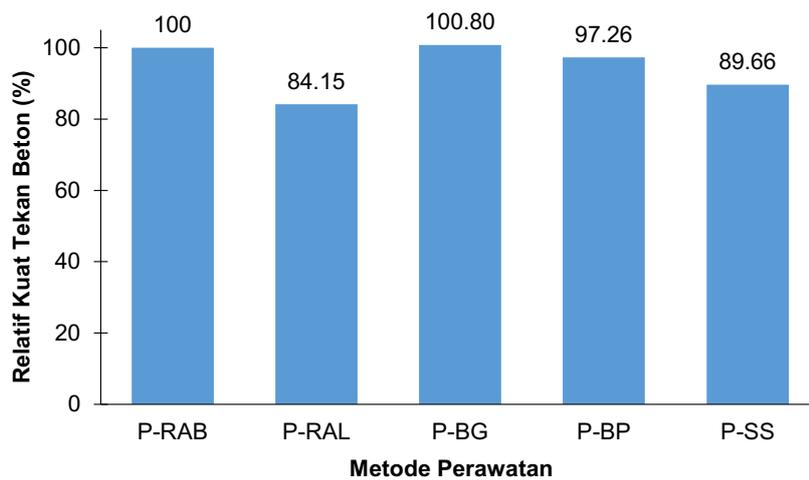
Gambar 3. Variasi kuat tekan beton dengan periode perawatan umur 7, 28 dan 91 hari

Dari Gambar 3, untuk variasi kuat tekan beton dengan periode perawatan umur 28 hari menunjukkan beton dengan perawatan dibungkus dengan plastik (P-BP) juga memiliki nilai kuat tekan lebih tinggi dibandingkan kuat tekan jenis perawatan yang lain kecuali untuk perendaman air biasa (P-RAB) yang lebih besar. Nilai kuat tekan beton dengan perawatan perendaman air biasa (P-RAB), perawatan perendaman air laut (P-RAL), perawatan dibungkus dengan karung goni basah (P-BG), perawatan dibungkus dengan plastik (P-BP), dan beton dengan perawatan disiram-siram (P-SS) berturut-turut yaitu 42.99 N/mm², 32.96 N/mm², 38.29 N/mm², 40.94 N/mm², dan 37.13 N/mm². Hal serupa juga ditemukan oleh Akinwumi dkk (2014), pada umur 28 hari kuat tekan beton dengan perawatan dibungkus plastik juga lebih baik dari perawatan dengan perendaman air biasa dan perawatan dibungkus dengan karpet basah. Hal ini dapat disebabkan oleh karena proses evaporasi dapat dihentikan dengan tertutupnya plastik sehingga menjaga kelembaban pada beton. Lebih lanjut, kelembaban relatif ambien memiliki pengaruh pada kelembaban relatif internal dan reaksi hidrasi, dan selanjutnya mempengaruhi pengembangan kekuatan tekan beton (Saengsoy dkk., 2008).

Dari Gambar 3, untuk variasi kuat tekan beton dengan periode perawatan umur 91 hari menunjukkan beton dengan perawatan dengan cara disiram-siram (P-SS) memiliki nilai kuat tekan lebih tinggi dari perawatan dengan direndam air biasa (P-RAB). Sedangkan perawatan dibungkus dengan plastik (P-BP) memiliki nilai kuat tekan lebih tinggi dibanding jenis beton yang lain kecuali untuk perendaman air biasa (P-RAB) yang lebih besar. Nilai kuat tekan beton dengan perawatan perendaman air biasa (P-RAB), perawatan perendaman air laut (P-RAL), perawatan dibungkus dengan karung goni basah (P-BG), perawatan dibungkus dengan plastik (P-BP), dan beton dengan perawatan disiram-siram (P-SS) berturut-turut yaitu 44.35 N/mm², 40.36 N/mm², 39.07 N/mm², 44.03 N/mm², dan 44.42 N/mm². Setelah 91 hari diperkirakan semua jenis perawatan telah mengalami penurunan kadar air kecuali perawatan dengan perendaman air biasa (P-RAB) dan perawatan dibungkus dengan plastik (P-BP), baik itu karena evaporasi yang tidak terkontrol (kondisi ruangan laboratorium tidak terkontrol) ataupun pelaksanaan dalam menjaga kondisi kadar untuk perawatan yang lain tidak stabil. Hal ini sangat berbeda dengan perendaman air biasa (P-RAB) dan perawatan dibungkus dengan plastik (P-BP) yang mana kondisi kadar airnya dalam keadaan stabil. Menariknya adalah didapatkan perawatan dengan hanya disiram-siram nilai kuat tekan meningkat drastis dari 37.13 N/mm² menjadi 44.42 N/mm². Lebih lanjut, peningkatan kuat

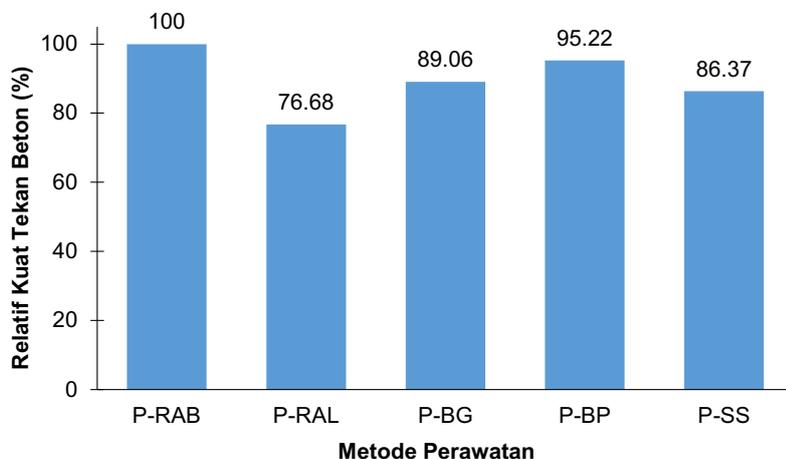
tekan untuk semua kondisi perawatan meningkat namun tidak signifikan atau dengan lain melandai. Hal serupa ditemukan oleh Zhang dkk. (2006) bahwa tingkat hidrasi semen dalam beton yang terpapar lingkungan tropis meningkat seiring dengan usia perawatan tetapi peningkatan setelah 28 hari tidak signifikan. Dengan tidak adanya peningkatan hidrasi semen yang signifikan setelah perendaman 28 hari, diharapkan kuat tekan juga tidak akan signifikan setelah perendaman 28 hari.

Kuat tekan relatif versus metode perawatan beton untuk periode perawatan 7 hari dapat dilihat pada Gambar 4. Dari Gambar 4, kuat tekan selinder beton yang dirawat selama 7 hari dengan menggunakan berbagai metode perawatan beton dan relatif terhadap kuat tekan rata-rata dari perawatan perendaman dengan air biasa (P-RAB) memiliki variasi nilai untuk periode perawatan ini. Perawatan perendaman air laut (P-RAL), perawatan dibungkus dengan plastik (P-BP), dan beton dengan perawatan disiram-siram (P-SS) berturut-turut bernilai 84.15%, 97.26% dan 89.66% lebih rendah dari beton perendaman air biasa (P-RAB), dan beton perawatan dibungkus dengan karung goni basah (P-BG) sebesar 100.8% lebih tinggi dari beton perendaman air biasa (P-RAB). Perawatan dibungkus dengan karung goni basah (P-BG) dapat menjadi pilihan dalam konstruksi khususnya terkait waktu dan ukuran beton, hal ini dikarenakan diumur awal beton nilai kuat tekannya cukup tinggi.



Gambar 4. Kuat tekan relatif versus metode perawatan beton untuk periode perawatan beton 7 hari

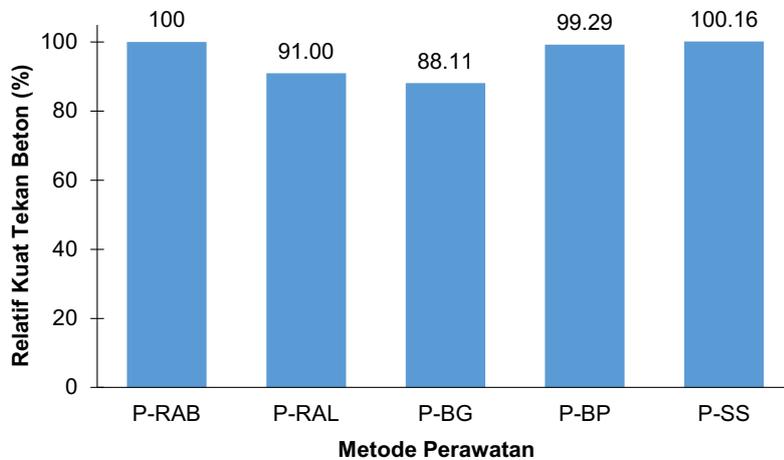
Untuk masing-masing periode perawatan 28 hari dan 91 hari, kuat tekan selinder beton yang dirawat menggunakan berbagai metode perawatan dan relatif terhadap kekuatan tekan rata-rata dari perawatan perendaman dengan air biasa (P-RAB) memiliki variasi nilai untuk periode perawatan ini, disajikan pada masing-masing Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5. Kuat tekan relatif versus metode perawatan beton untuk periode perawatan 28 hari

Berdasarkan Gambar 5, kuat tekan selinder beton yang dirawat selama 28 hari dengan menggunakan berbagai metode perawatan beton dan relatif terhadap kuat tekan rata-rata dari perawatan perendaman dengan air biasa (P-RAB) memiliki

penurunan nilai untuk periode perawatan ini. Perawatan perendaman air laut (P-RAL), perawatan dibungkus dengan karung goni (P-BG), perawatan dibungkus dengan plastik (P-BP), dan beton dengan perawatan disiram-siram (P-SS) berturut-turut bernilai 76.68%, 89.06%, 95.22%, dan 86.37% lebih rendah dari beton perendaman air biasa (P-RAB). Perawatan dengan perendaman air laut (P-RAL) memiliki relatif kuat tekan yang sangat rendah pada periode perawatan ini. Berbeda dengan perawatan dibungkus dengan plastik (P-BP), nilai relatif kuat tekan terhadap P-RAB sebesar 95.22% dimana nilainya hampir mendekati kuat tekan dari P-RAB.

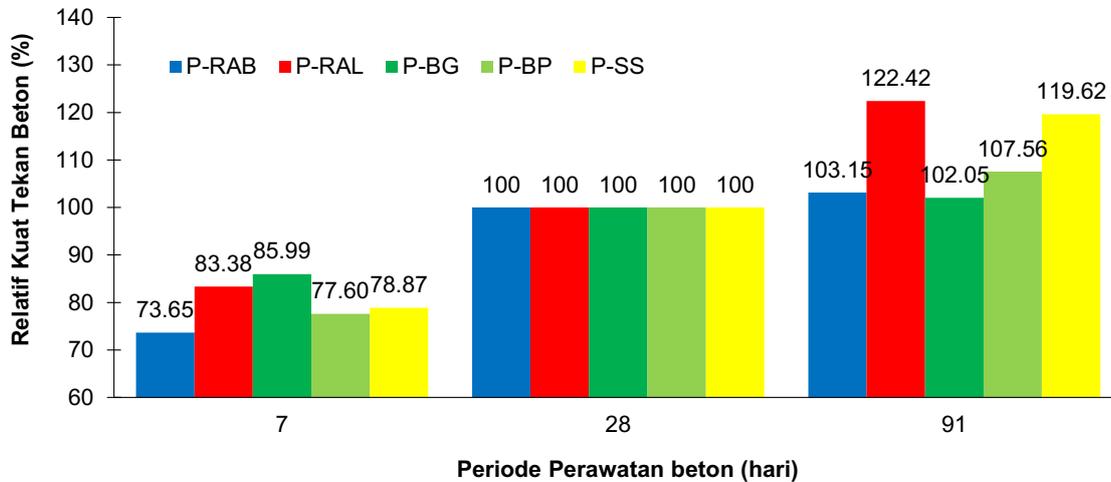


Gambar 6. Kuat tekan relatif versus metode perawatan beton untuk periode perawatan 91 hari

Berdasarkan Gambar 6, kuat tekan selinder beton yang dirawat selama 91 hari dengan menggunakan berbagai metode perawatan beton dan relatif terhadap kuat tekan rata-rata dari perawatan perendaman dengan air biasa (P-RAB) memiliki penurunan nilai untuk periode perawatan ini. Beton dengan perawatan disiram-siram (P-SS) memiliki relatif kuat tekan lebih tinggi yaitu 100.16% terhadap perawatan perendaman dengan air biasa (P-RAB). Sedangkan perawatan perendaman air laut (P-RAL), perawatan dibungkus dengan karung goni (P-BG), perawatan dibungkus dengan plastik (P-BP), dan berturut-turut bernilai 91.00%, 88.11%, dan 99.29% lebih rendah dari beton perendaman air biasa (P-RAB). Perawatan dengan dibungkus dengan karung goni (P-BG) memiliki relatif kuat tekan yang sangat rendah pada periode perawatan ini. Berbeda dengan perawatan dibungkus dengan plastik (P-BP), nilai relatif kuat tekan terhadap P-RAB sebesar 99.29% dimana nilainya hampir mendekati kuat tekan dari P-RAB.

Kuat tekan relatif versus periode perawatan untuk beton dengan variasi metode perendaman ditunjukkan pada Gambar 10. Berdasarkan Gambar 10 menunjukkan peningkatan progresif dalam kuat tekan beton dengan bertambahnya periode perawatan beton untuk semua metode perawatan beton. Untuk relatif kuat tekan beton dengan perawatan perendaman dalam air biasa (P-RAB), perawatan dibungkus plastik (P-BP) dan perawatan disiram-siram (P-SS) jika dibandingkan dengan kekuatan 28 hari terdapat perbedaan kuat tekan relatif untuk periode perawatan 7 hari adalah dibawah 80% yaitu masing-masing 73.65%, 77.60% dan 78.87%, sedangkan perawatan perendaman dalam air laut (P-RAL) dan perawatan dibungkus karung goni (P-BG) memiliki nilai relatif kuat tekan diatas 80% yaitu masing-masing 83.38% dan 85.99%. Peningkatan kuat tekan dari umur perawatan 7 hari ke 28 hari cukup signifikan. Hal ini dikarenakan umumnya beton normal mencapai hidrasi maksimum pada umur 28 hari. Untuk relatif kuat tekan periode umur perawatan 91 hari terhadap 28 hari didapatkan bahwa perawatan perendaman dalam air biasa (P-RAB), perawatan dibungkus karung goni (P-BG) dan perawatan dibungkus plastik (P-BP) bertambah tidak lebih dari 10% yaitu masing-masing 3.15%, 2.05%, dan 7.56%. Penambahan kuat tekan di umur 91 hari ini tidak terlalu signifikan dan cukup datar terhadap umur 28 harinya. Proses hidrasi semen untuk beton normal mengalami perlambatan setelah umur 28 hari. Sedangkan untuk perawatan perendaman dalam air laut (P-RAL) dan perawatan disiram-siram (P-SS) memiliki relatif kuat tekan yang meningkat secara signifikan yaitu masing-masing 22.42% dan 19.62%. Salah kemungkinan yang dapat dijadikan alasan perawatan perendaman dalam air laut (P-RAL) meningkat dengan signifikan adalah air laut mendorong reaksi pozzolan pada beton sehingga meningkatkan kuat tekan beton pada umur lanjut. Khatibmasjedi dkk. (2020) melakukan uji tekan beton hingga umur 24 bulan dengan pencampuran air laut dimana kuat beton terus meningkat dibandingkan beton normal. Hal serupa juga ditemukan Amry dkk. (2016) dimana nilai kuat tekan beton dengan perawatan air laut pada umur 91 hari meningkat signifikan. Dari nilai ini dapat dikatakan bahwa kedua metode perawatan memerlukan waktu untuk mendapatkan kuat tekan secara maksimal, akan tetapi penambahan kuat tekan yang dihasilkan sangat signifikan hingga 20%. Hal ini membuktikan bahwa air laut memiliki pengaruh positif dalam peningkatan kuat tekan beton. Seperti yang dilaporkan oleh Mohammed dkk., 2021 bahwa pencampuran air laut dan dirawat di air laut menyebabkan peningkatan kekuatan lebih

awal dan memperbaiki struktur mikro beton dibandingkan dengan pencampuran air keran. Selain itu, penurunan kekuatan beton tidak ditemui karena percepatan proses hidrasi dengan adanya klorida dalam air laut bekas setelah 15 tahun terpapar di kolam pasang surut. Hal serupa juga dikemukakan oleh Patah dkk., 2019 bahwa penggunaan air laut sebagai air pencampur dan perawatan air laut meningkatkan kekuatan beton, ketahanan beton, ketahanan permeabilitas oksigen dan mempertahankan struktur mikro yang sangat padat, dalam balok beton bertulang setelah 36 tahun terpapar laut.



Gambar 10. Kuat tekan relatif versus periode perawatan untuk beton dengan variasi metode perendaman

Kesimpulan

Dari hasil penelitian diperoleh Selinder beton dengan metode perawatan dibungkus karung goni menunjukkan peningkatan kekuatan tekan yang sama dengan perendaman air biasa di umur awal hidrasi semen. Penggunaan metode perawatan dengan perendaman dalam air biasa, dibungkus karung goni dan dibungkus plastik harus dibatasi dengan periode perawatan hanya sampai 28 hari. Setelah 28 hari perawatan, peningkatan kuat tekan tidak signifikan yaitu dibawah 10%. Kuat tekan tertinggi diperoleh untuk beton yang dirawat dengan rendam air laut dan diikuti dengan disiram-siram air biasa di periode perawatan 91 hari.

Referensi

- Akinwumi, I. I., & Gbadamosi, Z. O. (2014). Effects of curing condition and curing period on the compressive strength development of plain concrete. *International Journal of Civil and Environmental Research*, 1(2), 83-99.
- Dasar, A., & Patah, D. (2021). Pasir dan Kerikil Sungai Mappili sebagai material Lokal untuk Campuran Beton di Sulawesi Barat. *BANDAR: JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING*, 3(2), 9-14.
- Dasar, A., Hamada, H., Sagawa, Y., & Yamamoto, D. (2016). Recovery In Mix Potential And Polarization Resistance Of Steel Bar In Cement Hardened Matrix During Early Age Of 6 Months-Sea-Water Mixed Mortar And Cracked Concrete. *Proceedings of the Japan Concrete Institute At: Fukuoka, Volume*, 38(1), 1203-1208.
- Khatibmasjedi, M., Ramanathan, S., Suraneni, P., & Nanni, A. (2020). Compressive strength development of seawater-mixed concrete subject to different curing regimes. *ACI Materials Journal*, 117(5).
- Neville, A. M. (1995). *Properties of concrete* (Vol. 4, p. 1995). London: Longman.
- Mamlouk, M. S., & Zaniewski, J. P. (2006). *Materials for civil and construction engineers*. Upper Saddle River, NJ, USA:: Pearson Prentice Hall.
- Raheem, A. A., Soyingbe, A. A., & Emenike, A. J. (2013). Effect of curing methods on density and compressive strength of concrete. *International Journal of Applied Science and Technology*, 3(4).

- Siddiqui, M. S., Nyberg, W., Smith, W., Blackwell, B., & Riding, K. A. (2013). Effect of curing water availability and composition on cement hydration. *ACI Materials Journal*, 110(3), 315-322.
- Saengsoy, W., Nawa, T., & Termkhajornkit, P. (2008). Influence of relative humidity on compressive strength of fly ash cement paste. *Journal of Structural and Construction Engineering*, 73(631), 1433-1441.
- Zhang, S., & Zhang, M. (2006). Hydration of cement and pore structure of concrete cured in tropical environment. *Cement and Concrete Research*, 36(10), 1947-1953.
- James, O., Ndoke, P. N., & Kolo, S. S. (2012). Effect of different curing methods on the compressive strength of concrete. *Pan*, 13(75 μ m), 10-03.
- Kolo, S. S., James, O., & Ndoke, P. N. (2013). Effect of different curing methods on the compressive strength of concrete.
- Raheem, A. A., Soyngbe, A. A., & Emenike, A. J. (2013). Effect of curing methods on density and compressive strength of concrete. *International Journal of Applied Science and Technology*, 3(4).
- Mohammed, T. U., Yamaji, T., Aoyama, T., & Hamada, H. (2001). Marine durability of 15-year old concrete specimens made with ordinary portland, slag, and fly ash cements. *Special Publication*, 199, 541-560.
- バタダリア, 濱田秀則, & 山本大介. (2019). The Effect Of Seawater Mixing On Corrosion Of Steel Bar In 36-Years Old Rc Beams Under Marine Tidal Environment. *Proceedings of the Japan Concrete Institute*, 41(1), 791-796.