

STUDI KUAT TEKAN BETON RECYCLE AGREGAT DENGAN CAMPURAN AIR LAUT

Lusman Sulaiman¹⁾, Melki Sedek²⁾, Sirman Maing²⁾, Amiruddin Akbar Fisru¹⁾

¹⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Andi Djemma, Palopo

²⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Andi Djemma, Palopo

ABSTRACT

The aim of this research is to investigate the compressive strength of recycled aggregate concrete (RAC) mixed with seawater during such periods of times. This will mainly benefit the new constructions from footprint concrete materials and seawater utilization. The experimental analysis was performed by using compressive machine to total of thirty six cylinder specimens, cast with various levels of recycled coarse aggregate (RCA) replacement (0, 50, 100%) and curing periods (7, 28, 56, and 90 days). Water to cement ratio (w/c) was decidedly careful about 0.45 and targeted compressive load of 250 kg/cm². The results show that compressive strength was decreased with the percentage levels of RCA replacements combined with seawater (B-50 and B-100), but it has reached the targeted compressive strength of 250 kg/cm² from 28 day to 90 day curing periods.

Keywords: *compressive strength, recycle coarse aggregate, seawater, recycled concrete*

1. PENDAHULUAN

Konsumsi jutaan meter kubik air tawar (AT) dan agregat normal (AR) untuk memproduksi beton tidak dapat dihindari, yang semakin hari semakin terbatas jumlahnya. Sehingga diperlukan alternative pengganti sebagian atau total material tersebut. Seperti diketahui bersama bahwa air laut (AL) merupakan material yang menempati sekitar 80% permukaan bumi (Akshat Dimri et al., 2015) dan sementara limbah renovasi atau penghancuran bangunan lama dapat menghasilkan dampak negatif terhadap lingkungan (Malešev et al., 2010). Oleh karena itu, kedua material ini memiliki potensi cukup besar dijadikan alternative pengganti sebagian atau seluruh komposisi beton demi keberlangsungan pembangunan di masa depan.

Penggunaan material recycle agregat dari sisa buangan konstruksi dan industri beton telah banyak diteliti untuk dikembangkan menjadi material dasar pembuatan beton baru karena memiliki karakteristik kekuatan tekan dan durabilitas serupa dengan agregat normal (McNeil and Kang - 2013; El-Hawary and Al-Otaibib, 2017). Walaupun demikian, karakteristik fisik recycle agregat kasar (RAK) memiliki perbedaan mendasar dibandingkan dengan normal agregat kasar (NAK) yaitu, penyerapan tinggi sebab mortar lama masih melekat, rasio rongga udara, keausan tinggi dan bulk density rendah (Kang and Weibin, 2018). Sehingga desain pembuatan beton recycle harus sesuai dengan standar ukuran agregat yaitu pasir maks. 4 mm dan RAK maksimum 32 mm (Malešev et al., 2010).

Penggunaan air laut dalam pencampuran beton normal telah dipelajari oleh Abdel-Magid et al. (2016). Hasil penelitian mereka memaparkan secara gamlang bahwa pada umur 7 hari perawatan air tawar peningkatan kuat tekan sebesar 4-10% dibandingkan control beton (pencampuran dan perawatan air tawar). Sementara pada umur 28 hari dan 90 hari kuat tekan meningkat berturut-turut sekitar 3% dan hingga maksimum 6.5%. Selain itu, menurut studi oleh Akshat Dimri et al. (2015) dan Lollini et al. (2016) bahwa penggunaan air laut sebagai campuran beton normal nampak tidak mereduksi kekuatan seperti kuat tekan, modulus elastisitas dan lainnya. Akan tetapi, yang perlu diperhatikan pada struktur beton yang terekspose pada kondisi lingkungan air laut baik yang terkena langsung atau tidak adalah korosi tulangan yang dapat dihindari dengan mengaplikasikan besi stainless atau inhibitor.

Berdasarkan penjelasan diatas perlu adanya evaluasi kekuatan beton yang menggunkan kombinasi antara recycle agregat kasar dan air laut dalam pembuatan beton baru yang masih sangat jarang dilakukan. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk menginvestigasi kuat tekan beton recycle agregat yang dicampur dengan air laut.

2. METODE

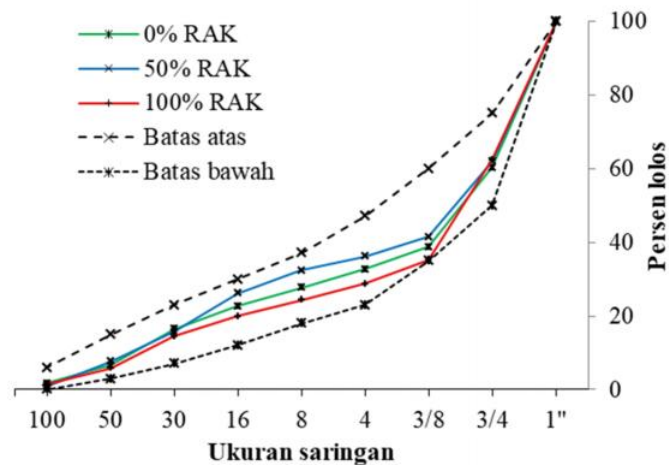
Material, analisis karakteristi,k dan penggabungan agregat

Metode eksperimen laboratorium diimplementasikan pada sampel matriks beton silinder. Beberapa jenis material digunakan sebagai campuran dalam pembuatan beton yang terdiri dari semen type I, pasir sungai, natural agregat kasar,

¹Korespondensi penulis: Lusman Sulaiman, Telp 0811455802, sulaimanusman@gmail.com

agregat *recycle* kasar, air laut dan air tawar. Ordinary portland cement (OPC) digunakan dalam campuran pembuatan beton yang komposisinya serupa dengan semen type I-ASTM. Pasir sungai sebagai agregat halus yang memiliki gradasi 0-4 mm dan natural agregat dan agregat *recycle* yang memiliki gradasi partikel sebesar 4-20 mm, disiapkan. Agregat *recycle* diperoleh dengan menghancurkan sisa-sisa sampel beton hasil pengujian kuat tekan di laboratorium dari berbagai proyek lokal. Kemudian dilakukan pemisahan antara mortar dan agregat kasarnya hingga penyaringan dan penyortiran untuk mendapatkan ukuran yang diinginkan yang selanjutnya dilakukan analisis karakteristik agregatnya seperti terlihat pada tabel 1.

Gambar 1 memperlihatkan hasil gabungan analisis saringan antara pasir dan kombinasi tiga jenis substitusi agregat kasar. Terlihat bahwa ketiga jenis kombinasi agregat tersebut masih berada diantara batas atas dan bawah.



Gambar 1. Hasil penggabungan agregat

Tabel 1. Karakteristik fisik dan mekanik agregat

Karakteristik fisik dan mekanik agregat	0% RAK	50% RAK	100% RAK	Pasir
Berat jenis spesifik (kering oven)	2.49	2.43	2.51	2.60
Berat jenis spesifik (SSD)	2.55	2.49	2.58	2.66
Berat jenis spesifik (apparent)	2.65	2.59	2.70	2.78
Persen penyerapan (%)	2.46	2.55	2.75	1.63
Persen keausan (%)	23.66	24.35	35.66	-
Modulus kekasaran (%)	3.54	2.82	3.47	2.86

Desain, perawatan, dan pengujian spesimen

Proses desain campuran dalam pembuatan benda uji yang akan diadopsi pada penelitian ini adalah metode BRE/DOE system. Material yang digunakan dalam perencanaan desain campuran pembuatan beton BAR adalah berdasarkan sifat-sifat hasil pengujian yang telah dilakukan dengan benda uji silinder ukuran 150x300 mm, faktor air semen rencana sebesar 0.45 dan slump beton segar sebesar 80~120 mm. Tiga jenis persentase campuran agregat kasar yang berbeda disiapkan yaitu air tawar+0% agregat *recycle* kasar (B-0) sebagai kontrol beton dengan target kuat tekan 250 kg/cm² (24 MPa), air laut+50% agregat *recycle* kasar (B-50), dan air laut+100% agregat *recycle* kasar (B-100). Detail program penelitian dapat dilihat pada tabel 2.

Periode perawatan spesimen adalah berbeda yaitu 7, 28, 56, dan 90 hari dengan menggunakan air tawar sebagai media perawatan. Ketika perendaman telah mencapai periode pengujian, specimen, kemudian diangkat dan dianginkan untuk menghilangkan air serapan pada beton dalam beberapa saat ±24 jam.

Selanjutnya, pengujian kuat tekan (*f*'_c) benda uji silinder beton dilakukan dengan menggunakan alat compression test atau alat uji kuat tekan. Kapasitas alat yang akan digunakan pada penelitian ini dapat mencapai beban tekan hingga 50 MPa dan kecepatan secara berkesinambungan rata-rata sebesar 0.14 sampai 0.34MPa/detik. Setiap pengujian, tiga spesimen diuji untuk mendapatkan suatu nilai rata-rata. Keseluruhan prosedur pengujian mengacu pada SNI 1947:2011 tentang cara penguji kuat tekan beton dengan benda uji silinder.

Tabel 2. Detail program penelitian

Kategori	Material penyusun	Kuat tekan rencana (Kg/cm ²)	Rasio w/c	Spesimen (buah)	Waktu perendaman (hari)	Media perawatan
B-0	Semen type I	24	0.45	3	7	Air tawar
	Pasir sungai			3	28	
	0% RAK (100% NAK)			3	56	
	Air tawar			3	90	
B-50	Semen type I	24	0.45	3	7	Air tawar
	Pasir sungai			3	28	
	50% RAK			3	56	
	Air laut			3	90	
B-100	Semen type I	24	0.45	3	7	Air tawar
	Pasir sungai			3	28	
	100% RAK			3	56	
	Air laut			3	90	

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 3. Rata-rata hasil pengujian kuat tekan

Periode perawatan	Kuat tekan spesimen campuran (kg/cm ²)		
	B-0	B-50	B-100
7 hari	192.2	178.7	175.9
28 hari	272.9	258.5	253.7
56 hari	281.6	267.2	260.4
90 hari	335.4	318.1	308.5

Tabel 4. Rata-rata berat sampel uji

Periode perawatan	Berat spesimen campuran (kg)		
	B-0	B-50	B-100
7 hari	12.8	12.7	12.9
28 hari	12.6	12.6	12.8
56 hari	12.4	12.6	12.6
90 hari	12.4	12.7	12.5

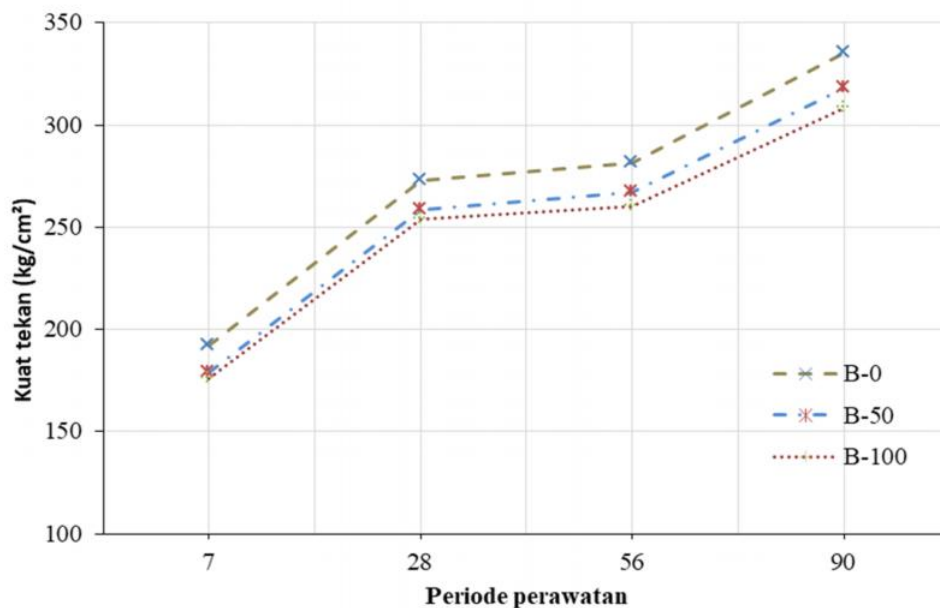
Hasil pengujian eksperimen pada pengujian kuat tekan diperlihatkan pada tabel 3. Rata-rata peningkatan kuat tekan terjadi seiring bertambahnya periode perawatan beton dimana target kuat rencana 28 hari sebesar 250 kg/cm² telah tercapai. Sebelum dilakukan pengujian beban tekan, maka spesimen uji silinder tersebut ditimbang dan beratnya kemudian ditabulasi seperti pada tabel 4. Penurunan berat spesimen uji terjadi seiring bertambahnya waktu, namun penurunan yang tidak signifikan dan hanya pada umur perawatan 90 hari terjadi peningkatan berat B-50 yang nilainya setara umur 7 hari perawatan.

Kuat tekan

Hasil pengujian kuat tekan beton dengan persentase variasi substitusi RAK dengan campuran air laut diperlihatkan pada gambar 2. Hasil pengujian ini adalah rata-rata nilai dari tiga spesimen uji untuk pengujian kekuatan 7, 28, 56, dan 90 hari perawatan dengan rencana kuat tekan sebesar 250 kg/cm². Terlihat jelas

bahwa dengan bertambahnya umur perawatan beton maka terjadi peningkatan kuat tekan, akan tetapi dengan bertambahnya persen variasi pengganti RAK maka kekuatan tekan beton mengalami penurunan disetiap umur pengujian spesimen. Awal pengujian 7 hari tercatat lebih rendah untuk campuran beton B-50 sebesar 7% dibandingkan dengan beton B-0 sebagai kontrol beton dan campuran beton B-100 tergambar lebih kecil sebesar 8.5% daripada beton B-0. Pada umur 28 hari pengujian, kekuatan tekan diperoleh lebih rendah untuk beton B-50 sebesar 5.3% daripada beton B-0. Sedangkan campuran beton B-100 dibawah sekitar 7.0% dari beton B-0.

Peningkatan kekuatan tekan beton terus berlanjut pada umur 56 hari perawatan dimana campuran beton B-50 dan B-100 tercatat lebih rendah sebesar 5.1~7.5% dibandingkan campuran beton B-0. Untuk perawatan 90 hari, kedua campuran beton (B-50 dan B-100) terlihat dibawah nilai kontrol beton B-0 lebih tinggi berturut-turut sebesar 5.2 dan 8.0%. Perlu untuk diperhatikan bahwa dari umur 28 hari hingga 90 hari, perawatan semua campuran beton (B-0, B-50, dan B-100) mengalami peningkatan kuat tekan hingga melampaui target rencana 250 kg/cm².



Gambar 2. Kuat tekan spesimen uji

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian kuat tekan beton recycle agregat dengan campuran air laut, maka penelitian ini menyimpulkan bahwa Penurunan berat spesimen uji terjadi seiring bertambahnya waktu, namun penurunan yang tidak signifikan. Kemudian, dengan bertambahnya umur perawatan beton maka terjadi peningkatan kuat tekan dan dengan bertambahnya persen variasi pengganti RAK maka kekuatan tekan beton mengalami penurunan disetiap umur pengujian spesimen (B-50 dan B-100) namun target rencana kuat tekan telah terlampaui. Oleh karena itu, penggunaan beton recycle agregat yang dicampur air laut masih layak dapat digunakan baik sebagai material struktural maupun non struktural.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Magid, T.I., Osman, O.M., Ibrahim, O.H., Mohammed, R.T., Hassan, S.O., Bakkab, A.A.H., 2016. Influence of Seawater in Strengths of Concrete Mix Design when Used in Mixing and Curing. *Key Engineering Materials* 711, 382–389. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.711.382>
- Akshat Dimri, Jay Kr. Varshney, V. K. Verma, Sandeep Gupta, G.B.Pant University of Agriculture and Technology, Pantnagar, 2015. A Review on Strength of Concrete in Seawater. *International Journal of Engineering Research and V4*. <https://doi.org/10.17577/IJERTV4IS030890>
- El-Hawary, M.M., Al-Otaibib, S.F., 2017. On the Durability of Recycled Aggregates Concrete 6, 4.

- Kang, M., Weibin, L., 2018. Effect of the Aggregate Size on Strength Properties of Recycled Aggregate Concrete. *Advances in Materials Science and Engineering* 2018, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2018/2428576>
- Lollini, F., Carsana, M., Gastaldi, M., Redaelli, E., Bertolini, L., Naani, A., 2016. Preliminary Assessment of Durability of Sustainable RC Structures with Mixed-In Seawater and Stainless Steel Reinforcement. *Key Engineering Materials* 711, 52–59. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.711.52>
- Malešev, M., Radonjanin, V., Marinković, S., 2010. Recycled Concrete as Aggregate for Structural Concrete Production. *Sustainability* 2, 1204–1225. <https://doi.org/10.3390/su2051204>
- McNeil and Kang - 2013 - Recycled Concrete Aggregates A Review.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didukung dan didanai sepenuhnya oleh direktorat penguatan riset dan pengembangan kementerian riset, teknologi, dan perguruan tinggi (kontrak no: 1104/K9/KT03/2018). Atas bantuan dan dukungannya, penulis mengucapkan banyak terima kasih.