

KARAKTERISTIK AIR ALKALI PH 9 DALAM CAMPURAN MATRIKS-SEMEN

Muhammad Noor Asnan^{1*}, Muh Syahrul¹, Vebrian², Rusandi Noor¹

^{1*}Fakultas Sains dan teknologi, Univeritas Muhammadiyah Kalimantan Timur, Jalan Ir.H.Juanda Samarinda
e-mail : mma985@umkt.ac.id

¹Program Studi Teknik Sipil, Univeritas Muhammadiyah Kalimantan Timur, Jalan Ir.H.Juanda Samarinda
e-mail : smuh9858@gmail.com

²Program Studi Profesi Insinyur, Universitas Katolik Widya Mandala, Jalan Dinoyo Surabaya
e-mail : vebrian.sipil@gmail.com

¹Program Studi Teknik Sipil, Univeritas Muhammadiyah Kalimantan Timur, Jalan Ir.H.Juanda Samarinda
e-mail : rn903@umkt.ac.id

ABSTRAK

Air merupakan media untuk terjadinya proses reaksi hidrasi semen. Air alkali merupakan air yang bersifat basa dengan kadar pH lebih dari 7. Penggunaan air alkali dalam proses pembuatan beton masih belum banyak diketahui karakteristiknya. Penelitian ini menggunakan air alkali pH 9 sebagai campuran matriks. Dari studi ini dapat ditentukan pengaruhnya terhadap konsistensi normal, waktu ikat semen dan kuat tekan. Pengujian dilakukan dengan membuat sampel campuran air alkali dan semen yang diukur menggunakan alat vicat. Pengecoran matriks menggunakan kubus 5 x 5 x 5 cm dan dirawat menggunakan air alkali pH 9. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 3, 7, 14, 21 dan 28 hari. Kemudian air pH 7 digunakan sebagai pembanding. Hasil yang diperoleh nilai Konsistensi normal campuran matriks dengan air pH 9 dibandingkan dengan pH 7 menunjukkan tidak berpengaruhnya nilai pH yang tinggi, dimana rentang konsistensi sebesar 27% sampai 28%. Proses pengikatan semen menggunakan air pH 9 lebih cepat 30 menit dibandingkan dengan air pH 7. Kuat tekan matriks dengan penggunaan air pH 9 memiliki kuat tekan yang lebih tinggi dan optimal dibandingkan air pH 7. Peningkatan kuat tekan matriks pada umur 3 hari yaitu sebesar 16,25%, umur 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari berturut-turut 14,87%, 18,05%, 17,66%, dan 3,38%. Dan pada perkembangan umur matriks, penggunaan air pH 9 pada umur 28 hari mengalami penurunan sebesar 8,10% dari umur 21 hari. Sedangkan pH 7 menghasilkan pola meningkatnya kuat tekan dengan bertambahnya umur. Untuk pengecoran beton yang memerlukan pengikatan awal yang lebih cepat dapat menggunakan air alkali pH 9.

Kata kunci: Air alkali pH 9, Kuat Tekan, Konsistensi normal, Matriks, Waktu Ikut

1. PENDAHULUAN

Unsur utama pembentuk campuran beton terdiri dari semen, air, pasir dan batu. Mortar adalah campuran antara semen, air dan pasir sedangkan matriks merupakan campuran semen dan air. Untuk mengetahui pengaruh air dalam campuran beton dimulai dengan mempelajari proses campuran matriks (Asnan, 2019).

Semen merupakan perekat hidrolis yang memerlukan air buat proses hidrasi (Gagg, 2014). Banyaknya air untuk proses hidrasi sangat tergantung berasal komposisi senyawa pada semen dan kehalusan semen (Rambabu, 2016). Bila air buat proses hidrasi berkurang, maka tak seluruh butiran semen akan terhidrasi, demikian pula bila air terlalu banyak, maka kekuatan pasta semen akan menurun. Maka asal itu perlu dicari beberapa kebutuhan air yang optimum sebagai akibat proses hidrasi bisa berjalan sempurna serta kekuatan semen dapat mencapai maksimum. Buat mengetahui berapa poly air yang dibutuhkan untuk dilakukan pengujian konsistensi, berdasarkan standar SNI atau ASTM buat pengujian konsistensi dilakukan menggunakan dengan alat vicat (SNI 03-6826, 2002). Semen yang dicampur dengan air akan terjadi proses hidrasi semen dan mulai terjadi pengikatan serta kemudian mengeras (Kaufman, 2020). Lamanya proses ikatan sangat tergantung pada komposisi senyawa dalam semen dan suhu udara disekitarnya. Saat pengikatan pada pasta semen ada 2 jenis, yaitu waktu pengikatan awal dan waktu pengikatan akhir (Neville, 2003).

Air merupakan unsur utama campuran dalam proses pembuatan beton (Reddy, 2018). Kandungan air disetiap wilayah memiliki sifat fisik, sifat kimia dan nilai pH yang berbeda, tergantung dari kondisi lingkungannya (Babu, 2018). Nilai pH air yang berbeda akan mempengaruhi karakteristik beton seperti workability, kuat tekan, proses hidrasi semen, waktu pengerasan dan waktu ikat semen (Ojo, 2019).

Air kangen water (alkali) adalah air dengan kadar pH basa dengan sifat lembut, berenergi, pencucian yang memiliki kombinasi karakteristik air yang unik. Air ini juga bersifat mikro dengan kemampuan menyerap yang tidak tertandingi dalam tubuh. Kaya akan mineral alkali, membantu menyangga istilah asam pada tubuh. Dengan kelebihan elektron yang tersedia, AAT membuat sel menghancurkan radikal bebas berbahaya (Khushboo, 2014).

Menurut Shirahata meneliti bahwa air alkali terionisasi merupakan air yang bersifat basa, kaya akan komponen hidrogen, sedikit molekul air dan memiliki potensial redoks negatif Air ini diketahui memiliki aktivitas antioksidan

karena dapat mengurangi radikal bebas atau reactive oxygen species (ROS) dalam tubuh. Salah satu produk air alkali yaitu air kangen water pH 9 yang didapatkan dari hasil proses ionisasi air menggunakan mesin Enagic. Air yang masuk kedalam mesin terlebih dahulu disaring dengan melalui 3 lapis filter berdaya bersih tinggi untuk menghilangkan bahan-bahan seperti, karat, timbal, klorin, bakteri dan bau (Shirahata, 2012). Penggunaan air pH basa untuk campuran maupun perawatan beton dapat mempengaruhi kuat tekannya. Semakin tinggi pH air yang digunakan maka kuat tekan yang dihasilkan semakin menurun dari kuat tekan beton normal (Meidiani, 2017). Namun ditemukan juga bahwa kekuatan meningkat dengan peningkatan pH air pencampuran (Dutta, 2017)

Selain untuk campuran beton, air digunakan untuk proses perawatan beton atau curing yang bertujuan untuk menjaga suhu beton sehingga dapat mencapai mutu yang diinginkan (Li, 2020), . Selain kualitas material penyusun beton, metode pelaksanaan perawatan beton juga menjadi hal yang berpengaruh terhadap mutu yang direncanakan (Putri, 2021). Pada penelitian Syaifudin, proses curing menggunakan air campuran $\text{Co}(\text{NH}_2)_2$ atau urea pada sampel beton mutu $f_c' 20 \text{ MPa}$ dapat meningkatkan kuat tekan dari umur 7 hari namun mengalami penurunan pada umur 28 hari (Syaifudin, 2022).

Konsistensi normal merupakan karakteristik banyaknya air dalam proses hidrasi semen. Sedangkan waktu ikat semen adalah saat terjadinya proses hidrasi semen dan mulai terjadi ikatan serta waktu mengerasnya semen (Neville, 2003).

Konsistensi Semen Portland :

$$\text{Konsistensi} = \frac{\text{berat} \text{ rat}}{\text{berat}} \times 100\% \quad (1)$$

Daya ikat semen sangat berpengaruh terhadap keberhasilan dalam sebuah adukan matriks dan campuran mortar maupun beton. Adukan atau campuran yang dibuat harus segera dicetak. Oleh karena itu sangat penting sekali untuk mengetahui berapa lama waktu pengikatan semen yang akan terjadi (Kaufmann, 2020).

Waktu ikat awal adalah waktu yang dibutuhkan sejak semen bercampur dengan air dari kondisi plastis menjadi tidak plastis, sedangkan waktu ikat akhir yaitu waktu yang dibutuhkan sejak semen bercampur dengan air dari kondisi plastis menjadi keras. Yang dimaksud dengan mengeras pada waktu ikat akhir ialah hanya bentuknya saja yang sudah kaku, akan tetapi matriks semen tersebut belum boleh dibebani, baik oleh berat sendiri maupun beban dari luar (Neville, 2003).

Studi ini dilakukan dengan metode eksperimen penggunaan air alkali pH 9 sebagai campuran matriks. Dari studi air ini dapat ditentukan karakteristik campuran air pH 9 terhadap konsistensi normal dan waktu ikat campuran serta kuat tekan matriks. Selanjutnya dibuat campuran matriks menggunakan air pH 7 untuk mengetahui perbedaan dengan air pH 9.

2. METODE PENELITIAN

Air yang digunakan terdiri air pH 9 yang berasal dari produk mesin Enagic (Kangen Water) (Rosa, 2012) dan air pH 7 berasal dari air yang berada di laboratorium. Sedangkan semen yang digunakan produk merk Tiga Roda.

Langkah penelitian meliputi : pertama pengujian konsistensi normal campuran semen dan air. Pengujian dilakukan sebanyak enam kali dengan air pH 7 dan air pH 9. Persentase air yang digunakan sebesar 20%, 22%, 24%, 26%, 28% dan 30%, dengan berat semen 300 gram. Kemudian diukur penurunan dengan alat vicat untuk masing-masing campuran selama 30 detik. Hasil pengujian digambarkan dengan grafik hubungan konsistensi normal dengan nilai penurunan jarum vicat.

Langkah kedua pengujian waktu ikat semen. Pengujian waktu ikat semen menggunakan semen tiga roda sebanyak 300 gram dan air pH 7 serta air pH 9 sebanyak 84 mm menggunakan alat vicat untuk menguji waktu ikat awal semen dan waktu akhir semen. Waktu pengikatan awal yaitu ketika jarum penetrasi menembus sedalam 25 mm pada pasta semen, sedangkan waktu pengikatan akhir yaitu ketika jarum penetrasi tidak dapat menembus pasta semen atau jarum penetrasi nya 0 mm.

Langkah ketiga pengujian kuat tekan matriks pada umur 3, 7, 14, 21 dan 28 hari menggunakan mesin uji tekan (SNI 1974, 2011). Perawatan benda uji matriks direndam menggunakan air masing-masing pH 9 dan pH 7 (SNI 03 2493, 2011). Benda uji yang dibuat menggunakan cetakan kubus 5 x 5 x 5 cm dengan total 30 sampel.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

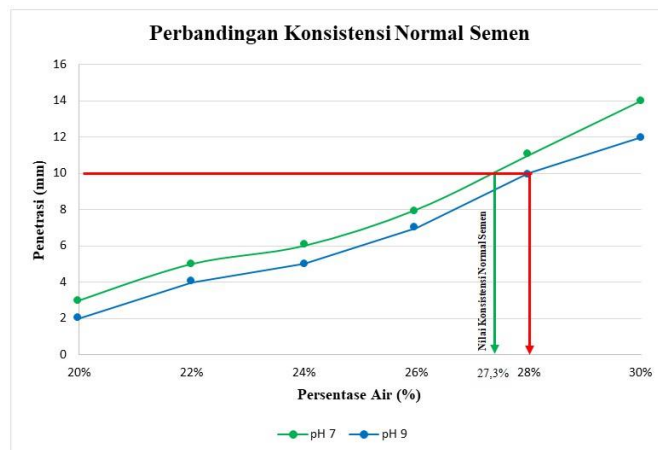
a. Pengujian Konsistensi Semen

Dalam pengujian konsistensi semen ini bahan yang digunakan yaitu semen sebanyak 300 gram, air sebanyak 84 mm dan alat vicat untuk mengukur konsistensi semen. Pengujian konsistensi semen portland mengacu pada SNI 03-6826-2002, dimana diukur penurunan 10 ± 1 mm selama 30 detik. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Konsistensi Semen

No	Berat Semen (gram)	Persentase Air (%)	Volume Air (mm)	Penurunan Jarum (mm)	
				Air pH 7.0	Air pH 9.0
1	300	20	60	3	2
2	300	22	66	5	4
3	300	24	72	6	5
4	300	26	78	8	7
5	300	28	84	11	10
6	300	30	90	14	12

Berdasarkan Tabel 1 diatas dibuat grafik hubungan antara persentase air dan nilai penurunan jarum untuk menentukan konsistensi normal semen. Dari Grafik 1 konsistensi normal didapat dari penurunan sebesar 10 mm yaitu sebesar 28% untuk campuran air pH 9 dan 27,3% untuk air pH 7.



Gambar 1. Grafik perbandingan konsistensi semen antara air pH 7 dan pH 9

Dari Gambar 1 terlihat bahwa nilai konsistensi normal campuran semen pada penggunaan air pH 9 tidak signifikan perbedaannya dengan air pH 7.

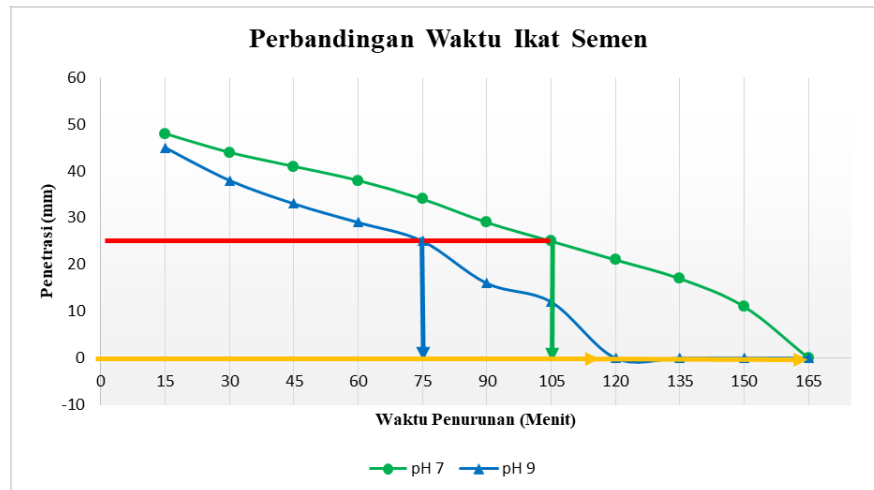
b. Pengujian Waktu Ikat Semen

Tabel 2. Perbandingan Waktu Ikat Semen antara Air pH 7 dan Air pH 9

Waktu Penurunan (Menit)	Penurunan Jarum (mm)	
	Air pH 7	Air pH 9
15	48	45
30	44	38
45	41	33
60	38	29
75	34	25
90	29	16
105	25	12
120	21	0
135	17	0
150	11	0
165	0	0

Berdasarkan tabel 2 dan gambar 2 grafik perbandingan hasil pengujian waktu ikat semen diatas didapatkan dimana

untuk air kangen water terjadi waktu ikat normal semen pada menit ke 75 dengan penetrasi jarum vicat 25 mm dan pengikatan akhir terjadi pada waktu 120 menit dengan penetrasi jarum vicat 0 sedangkan untuk air normal (pH 7) terjadi waktu ikat normal semen pada menit 105 dengan penetrasi jarum vicat 24 mm dan pengikatan akhir terjadi pada menit 160 dengan penetrasi jarum vicat 0 mm. Maka dapat disimpulkan bahwa waktu ikat normal semen dan waktu ikat akhir semen dengan menggunakan air kangen water (pH 9) lebih cepat dibandingkan dengan menggunakan air normal (pH 7).



Gambar 2. Grafik Perbandingan Waktu Ikut Semen Air pH 7 dan Air pH 9

c. Pengujian Kuat Tekan Matriks

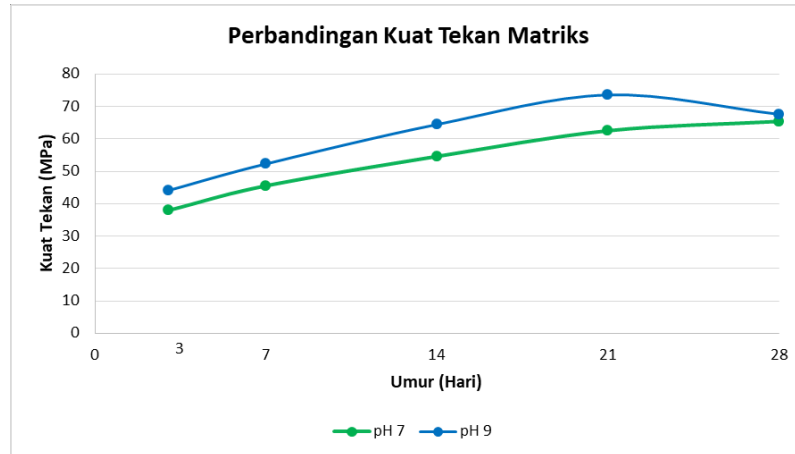
Jumlah benda uji matriks yang diuji kuat tekan sebanyak 30 benda uji dengan variasi umur 3 hari , 7 hari , 14 hari , 21 hari , 28 hari yang dibagi menjadi 15 benda uji yang menggunakan air pH 7 dan 15 uji lagi menggunakan air pH 9 dalam proses pembuatan dan perawatan sampel matriks. Hasil pengujian kuat tekan matriks dapat dilihat pada Tabel 3 serta pada gambar 3 grafik perbandingan kuat tekan matriks.

Tabel 3. Hasil uji kuat tekan matriks

Umur Matriks (Hari)	Kuat Tekan Matriks (MPa)	
	pH 7	pH 9
3	37,90	44,06
7	45,51	52,27
14	54,58	64,43
21	62,52	73,56
28	65,39	67,60

Dari Tabel 7 hasil kuat tekan matrik diatas dapat dihitung Persentase (%) kenaikan dan penurunan kuat tekan matriks dari umur 3, 7, 14, 21, dan 28 yaitu sebagai berikut :

Berdasarkan pada Tabel 3 dan perhitungan persentase kenaikan kuat tekan matriks diatas menyebutkan kuat tekan matriks dengan campuran air normal pH 7. umur 3 hari 37,90 MPa, 7 hari 45,51 MPa dengan kenaikan kuat tekan sebesar 20,06%, umur 14 hari 54,58 MPa dengan kenaikan kuat tekan sebesar 19,93%, umur 21 hari 62,52 MPa dengan kenaikan kuat tekan sebesar 14,55%, dan umur 28 hari 65,39 MPa dengan kenaikan sebesar 4,59%. Sedangkan dengan campuran air pH 9 kuat tekan matriks pada umur 3 hari yaitu 44,06 MPa, 7 hari 52,27 MPa dengan kenaikan kuat tekan sebesar 18,63%, umur 14 hari 64,43 MPa dengan kenaikan kuat tekan sebesar 23,26%, umur 21 hari 73,56 MPa dengan kenaikan sebesar 14,16%, dan pada umur 28 hari 67,60 MPa dengan penurunan kuat tekan sebanyak 8,10%.



Gambar 3. Grafik Perbandingan Kuat tekan matriks

Berdasarkan pada gambar 3 grafik perbandingan diatas menjelaskan kuat tekan matriks dengan menggunakan air pH 7 dan air pH 9 tidak begitu jauh perbedaan kuat tekan matriks, dimana kuat tekan matriks dengan penggunaan air normal pH 7 mengalami kenaikan kuat tekan setiap umur dengan persentase kenaikan yang paling kecil sebesar 4,59% pada umur 28 hari dan kenaikan yang paling besar sebesar 20,06% pada umur 7 hari. Sedangkan kuat tekan matriks dengan penggunaan air pH 9 mengalami kenaikan kuat tekan dengan persentase kenaikan yang paling besar pada umur 14 hari yaitu 23,26%, dan mengalami penurunan kuat tekan pada umur setelah 21 hari yaitu sebesar -8%. Maka bisa ditarik kesimpulan bahwa penggunaan air pH 9 dalam pembuatan matriks mengalami penurunan kuat tekan setelah umur 21 hari yang menunjukkan bahwa pada umur 28 hari matriks kuat tekan nya menurun.

Tabel 4. Perbandingan Persentase Deviasi Kuat Tekan Matriks

Umur Matriks (Hari)	Kuat Tekan (MPa)		Perbandingan	
	Air pH 7	Air pH 9	Deviasi (%)	Keterangan
3	37,90	44,06	16,25	Naik
7	45,51	52,27	14,87	Naik
14	54,58	64,43	18,05	Naik
21	62,52	73,56	17,66	Naik
28	65,39	67,60	3,38	Naik

Dari Tabel 4 diatas untuk mendapatkan nilai deviasi yaitu kuat tekan pH 9 dikurang kuat tekan air pH 7 dibagi air pH 7 dikali 100. Dari Tabel 4,13 hasil perbandingan persentase deviasi diatas menunjukkan bahwa kuat tekan matriks dengan penggunaan air pH 9 dengan nilai deviasi pada umur 3 hari yaitu sebesar 16,25%, umur 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari berturut-turut 14,87%, 18,05%, 17,66%, dan 3,38%. Dimana nilai deviasi paling rendah yaitu sebesar 3,38% pada umur 28 hari dan nilai persentase deviasi paling tinggi yaitu 18,05% pada umur 14 hari. Maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan air pH 9 terhadap kuat tekan matriks air pH 7 mengalami kenaikan kuat tekan pada setiap umur dengan rata-rata kenaikan deviasi sebesar 14,04%.

3.2 Pembahasan

Nilai konsistensi semen menggunakan air pH 9 dengan persentase air 28% atau 84 ml yaitu dengan penetrasi jarum vicat 10 mm, sementara untuk nilai konsistensi semen menggunakan air pH 7 dengan persentasi air yang sama yaitu sebesar 11 mm.

Sedangkan hasil pengujian waktu ikat semen menggunakan air pH 9 lebih cepat terjadi proses pengikatan awal dan akhir semen dibandingkan dengan menggunakan air pH 7 dengan waktu pengikatan awal terjadi pada menit ke 65 dengan penetrasi jarum vicat 25 mm, dan waktu pengikatan akhir terjadi menit 120 dengan penetrasi jarum vicat 0 mm, sementara waktu pengikatan awal dan akhir dengan penggunaan air pH 7 yaitu 105 menit dengan nilai penetrasi jarum vicat 24 mm dan 160 menit dengan penetrasi 0 mm sebagai waktu ikat akhir.

Berdasarkan hasil analisa perbandingan kuat tekan benda uji matriks diatas menunjukan kuat tekan matriks dengan penggunaan air pH 9 memiliki kuat tekan yang lebih tinggi dan optimal dibandingkan dengan air pH 7, Namun mengalami penurunan kuat tekan pada umur 28 hari, meskipun penurunan kuat tekan tidak begitu signifikan tapi ini mengindikasikan bahwa penggunaan air pH 9 mengalami penurunan kuat tekan setelah umur 21 hari tepat nya pada umur 28 hari.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa penggunaan air pH 9 tidak begitu berpengaruh secara signifikan terhadap nilai konsistensi semen. Berdasarkan hasil analisa diatas dapat disimpulkan bahwa penggunaan pH 9 sangat berpengaruh terhadap waktu pengikatan awal dan akhir semen, walaupun tidak begitu signifikan tapi hal menunjukan bahwa proses lebih cepat terjadi pengikatan awal dan akhir bila dibandingkan dengan air pH 7. Kuat tekan yang tercapai pada umur 28 hari untuk pH 7 sebesar 65,39 MPa dan pH 9 sebesar 67,60 MPa. Hubungan kuat tekan terhadap umur menunjukkan pola semakin meningkat dengan bertambah umur pada pH 7. Dan terjadi trend penurunan kekuatan pada umur 28 hari untuk pH 9.

4.2 Saran

Selanjutnya perlu dilakukan penelitian pengaruh air alkali pH 9 terhadap kuat tekan matriks untuk umur paling sedikit sampai 90 hari agar dapat menentukan pengaruh kekuatan sesuai perkembangan umur. Selain penelitian campuran matriks perlu juga ditindaklanjuti dalam campuran beton sesuai perkembangan kekuatannya serta unsur kekuatan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Asnan, M. N., Noor, R., & Azzahra, R. (2019). Utilization of Styrofoam-Matrix for Coarse Aggregate to Produce Lightweight Concrete. *International Journal of Engineering & Technology*, 8(1.1), 207-212. <https://www.sciencepubco.com/index.php/ijet/article/view/24661>.
- Babu Rao, G and Sai Ramya, B (2018). Suitability of groundwater for irrigation purpose in the Ipur and Rompicherla mandals of the Guntur District, Andhra Pradesh, *IJCRT*, Volume 6, Issue 1 March 2018. https://www.researchgate.net/publication/330982187_Suitability_of_groundwater_for_irrigation_purpose_in_the_Ipur_and_Rompicherla_mandals_of_the_Guntur_District
- Dutta, C., Rakib, A., M., Hossain, A., M., dan Rashid, H., M., (2020), Effect of maxing water pH on concrete, *Proceedings of the 5 the International Conference on Civil Engineering for Sustainable Development*, Khulna : Khulna University of Engineering & Technology. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/999/1/012006/pdf>.
- Gagg, Colin R. 2014. "Cement and Concrete as an Engineering Material: An Historic Appraisal and Case Study Analysis." *Engineering Failure Analysis* 40: 114–40. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2014.02.004>.
- H. R. Putri, F. Paledung, E. Bachtiar, P. Indrayani, R. Makbul dan H. U. Syarif, "The Effect of Seawater on The Compressive Strength and Split Tensile Strength in Self Compacting Geopolymer Concrete," *CIVILA*, vol. 6, no. 2, pp. 197-212, 2021. <https://doi.org/10.30736/cvl.v6i2.722>.
- H. Syaifudin and R. R. Dhana, "The Effectiveness of the Water Additional Ingredient Urea Co(NH₂)₂ To The Concrete Fc' 20 Mpa On Curing Process," *CIVILA*, vol. 7, no. 2, pp. 171-182, 2022. <https://doi.org/10.30736/cvl.v7i2.892>.
- Kaufmann, Josef. 2020. "Evaluation of the Combination of Desert Sand and Calcium Sulfoaluminate Cement for the Production of Concrete." *Construction and Building Materials* 243: 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118281>.
- Khushboo, P., Lipsa, S., Priti, Y., Divya, P., Kaenat, S., Shivani, P., et al. (2014). Alkaline Water: The Disease Fighting Water. *World Journal of pPharmaceutical Research*, 3(3), 38.
- Li, Zhen, Jiaping Liu, Jianzhuang Xiao, and Peihua Zhong. 2020. "Internal Curing Effect of Saturated Recycled Fine Aggregates in Early-Age Mortar." *Cement and Concrete Composites* 108: 103444. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2019.103444>.
- Meidiani, S., & Hartawan, M. F. S. (2017). Penggunaan Variasi PH Air (Asam) pada Kuat Tekan Beton Normal F'c 25 MPa. *Bentang: Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, 5(2), 127-134. <https://doi.org/10.33558/bentang.v5i2.157>.
- Neville, A. (2003). *Neville on concrete*. ACI, Farmington Hills, Mich, USA. Page 204-209. <https://www.concrete.org/publications/internationalconcreteabstractsportal/m/details/id/13230>
- Ojo, O. M. (2019). Effect of water quality on compressive strength of concrete. *European Scientific Journal*, 15(12), 172. <https://doi.org/10.19044/esj.2019.v15n12p172>.
- Rambabu , T., Murali Sai Krishna , G. and Ramarao, V. (2016). Characteristics Study On Different Types Of Cement Mortars Replaced With SCBA as a Admixture, *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT) – Volume 36 Number 3- June 2016 ISSN: 2231-5381, Page 116. 10.14445/22315381/IJETT-V36P222*.
- Reddy Babu G., Madhusudana Reddy B., and Venkata Ramana, N (2018). Quality of mixing water in cement concrete, *Materials today*, Volume 5, Issue 1, Part 1, 2018, Pages 1313-1320. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.11.216>.
- Rosa MCI, Kyung-Bok J and Kyu-Jae L. 2012. Clinical Effect and Mechanism of Alkaline Reduced Water. *Journal of Food and Drug Analysis*.1(20), 394-97. <https://doi.org/10.38212/2224-6614.2099>.
- Shirahata, S., Hamasaki, T., & Teruya, K. (2012). Advanced research on the health benefit of reduced water. *Trends*

in Food Science & Technology, 23(2), 124-131. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2011.10.009>.
SNI 03-6826-2002, Metode Pengujian Konsistensi Normal Semen Portland dengan Alat Vicat untuk Pekerjaan Sipil, Badan Standar Nasional.
SNI 03-2493-2011, Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton Di Laboratorium, Badan Standar Nasional.
SNI 1974 : 2011, Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder, Badan Standar Nasional.