

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan analisis data dari hasil pengujian yang sudah dilaksanakan, dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Kekuatan tekan rata-rata yang didapatkan untuk variasi w/b 0,2; 0,3; dan 0,4 pada umur 28 hari masing-masing adalah 70,37 MPa; 33,85 MPa; dan 23,48 MPa.
2. Nilai *Electrical Surface Resistivity* (ESR) yang diperoleh akan semakin besar jika nilai w/b yang digunakan dalam perencanaan campuran beton semakin kecil. Namun, dalam penelitian ini nilai ESR yang diperoleh pada variasi w/b 0,2 pada umur 7 dan 14 hari mengalami penurunan sebesar 28,80% dan 36,47% dari w/b 0,3. Hal ini dapat disebabkan oleh keberadaan serat baja yang bersifat konduktif sehingga dapat mengurangi nilai resistivitas dari beton. ESR rata-rata yang didapatkan untuk variasi w/b 0,2; 0,3; dan 0,4 pada umur 28 hari masing-masing adalah 12,58 kΩcm (*moderate risk of corrosion*); 9,60 kΩcm (*high risk of corrosion*); dan 8,88 kΩcm (*high risk of corrosion*).
3. UPV rata-rata yang didapatkan untuk variasi w/b 0,2; 0,3; dan 0,4 pada umur 28 hari masing-masing adalah 4702,89 m/s (*excellent*); 4308,48 m/s (*good*); dan 4201,22 m/s (*good*).
4. Kekuatan tarik belah rata-rata yang didapatkan untuk variasi w/b 0,2; 0,3; dan 0,4 pada umur 28 hari masing-masing adalah 4,79 MPa; 2,72 MPa; dan 2,14 MPa.
5. Hubungan antara kekuatan tekan dan ESR untuk variasi w/b 0,2; 0,3; dan 0,4 khususnya untuk campuran beton berserat baja pada penelitian ini masing-masing dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut: $f_c = 21,483 \cdot \ln(\rho) + 17,22$ dengan $R^2 = 0,8584$; $f_c = 14,986 \cdot \ln(\rho) - 0,4013$ dengan $R^2 = 0,9519$; $f_c = 10,266 \cdot \ln(\rho) + 1,3808$ dengan $R^2 = 0,9113$.

6. Hubungan antara kekuatan tekan dan UPV untuk variasi w/b 0,2; 0,3; dan 0,4 khususnya untuk campuran beton berserat baja pada penelitian ini masing-masing dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut: $f_c = 0,0012e^{0,0023v}$ dengan $R^2 = 0,9152$; $f_c = 0,0135e^{0,0018v}$ dengan $R^2 = 0,9051$; $f_c = 0,0068e^{0,0019v}$ dengan $R^2 = 0,9235$.
7. Hubungan antara kekuatan tekan dan kekuatan tarik belah untuk variasi w/b 0,2; 0,3; dan 0,4 khususnya untuk campuran beton berserat baja pada penelitian ini masing-masing dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut: $f_{ct} = 0,57\sqrt{f_c}$; $f_{ct} = 0,47\sqrt{f_c}$; $f_{ct} = 0,44\sqrt{f_c}$.
8. Hubungan antara kekuatan tekan dan *water to binder ratio* khususnya untuk campuran beton berserat baja pada penelitian ini dapat dinyatakan dalam persamaan $f_c = \frac{238,57}{480^{(w/b)}}$ dengan $R^2 = 0,9805$.
9. Dari penelitian ini, yang memiliki kekuatan tekan, ESR, UPV, dan kekuatan tarik belah yang paling besar pada umur 28 hari adalah variasi w/b 0,2 yang masing-masing nilai rata-ratanya sebesar 70,37 MPa; 12,58 kΩcm; 4702,89 m/s; dan 4,79 MPa.

5.2 Saran

Beberapa saran dari hasil penelitian dan analisis data untuk para pembaca dan untuk penelitian yang akan datang adalah sebagai berikut:

1. Mempelajari lebih lanjut mengenai pengaruh keberadaan serat baja terhadap keakuratan pengukuran nilai ESR.
2. Menambah pengujian jangka panjang guna melihat efek pozolanik pada beton serat akibat penggunaan *fly ash*.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI 308R-16. (2016). *Guide to External Curing of Concrete*.
- ACI 363R-10. (2010). *Report on High-Strength Concrete*.
- ACI 544.3R-93. (1993). *Guide for Specifying, Proportioning, Mixing, Placing, and Finishing Steel Fiber Reinforced Concrete*.
- Aprillia, A. (2021). *Dampak Pandemi Terhadap Pembangunan Infrastruktur*.
<https://kpbu.kemenkeu.go.id/read/1112-1273/umum/kajian-opini-publik/dampak-pandemi-terhadap-pembangunan-infrastruktur>
- ASTM C29/C29M-17a. (2017). *Standard Test Method for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate*.
- ASTM C33/C33M-18. (2018). *Standard Specification for Concrete Aggregates*.
- ASTM C39/C39M-18. (2018). *Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*.
- ASTM C127-15. (2015). *Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Aggregate*.
- ASTM C128-15. (2015). *Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate*.
- ASTM C136/C136M-19. (2019). *Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates*.
- ASTM C143/C143M-20. (2020). *Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete*.
- ASTM C188-16. (2016). *Standard Test Method for Density of Hydraulic Cement*.
- ASTM C192/C192M-16. (2016). *Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory*.
- ASTM C496/C496M-11. (2011). *Standard Test Method for Splitting Tensile Strength for Cylindrical Concrete Specimens*.
- ASTM C597-16. (2016). *Standard Test Method for Pulse Velocity Through Concrete*.
- ASTM C702/C702M-11. (2011). *Standard Practice for Reducing Samples of Aggregate to Testing Size*.
- Azarsa, P., & Gupta, R. (2017). Electrical Resistivity of Concrete for Durability Evaluation: A Review. *Advances in Science and Engineering*.
- Bem, D. H., Lima, D. P. B., & Medeiros-Junior, R. A. (2018). Effect of Chemical Admixtures on Concrete's Electrical Resistivity. *International Journal of Building Pathology and Adaptation*, 36(2), 174–187.

- Bogas, J. A., Gomes, M. G., & Gomes, A. (2013). Compressive Strength Evaluation of Structural Lightweight Concrete by Non-Destructive Ultrasonic Pulse Velocity Method. *Ultrasonics*, 53(5), 962–972.
- Chen, Y.-Y., Tuan, B. L. A., & Hwang, C.-L. (2013). Effect of Paste Amount on the Properties of Self-Consolidating Concrete Containing Fly Ash and Slag. *Constructing and Building Materials* 47, 340–346.
- Choi, Y., & Yuan, R. L. (2005). Experimental Relationship between Splitting Tensile Strength and Compressive Strength of GFRC and PFRC. *Cement and Concrete Research*, 35(8), 1587–1591.
- Cleven, S., Raupach, M., & Matschei, T. (2021). Electrical Resistivity of Steel Fibre-Reinforced Concrete--Influencing Parameters. *Materials*.
- Dash, M. K., Patro, S. K., & Rath, A. K. (2016). Sustainable Use of Industrial-Waste as Partial Replacement of Fine Aggregate for Preparation of Concrete - A Reiview. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 5(2), 484–516.
- Djayaprabha, H. S., Chang, T.-P., Shih, J.-Y., & Nguyen, H.-A. (2020). Improving the Mechanical and Durability Performance of No-Cement Self-Compacting Concrete by Fly Ash. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 32(9), 04020245.
- Dr. Sravana, Sarika, P., Dr. Srinivasa Rao, Dr. Seshadri Sekhar T, & Apparao G. (2013). Studies on Relationship Between Water/Binder Ratio and Compressive Strength of High Volume Fly Ash Concrete. *American Journal of Engineering Research (AJER)*, 2(8), 115–122.
- Hedjazi, S., & Castillo, D. (2020). Effect of Fiber Types on the Electrical Properties of Fiber Reinforced Concrete. *Material Express*, 10(5), 733–739.
- Hutagalung, M., & Setiawan, Y. (2013). *Pengaruh Bentuk dan Konfigurasi Agregat terhadap Kuat Tekan Mortar*.
- Hwang, C.-L., & Hung, M.-F. (2005). Durability Design and Performance of Self-Consolidating Lightweight Concrete. *Construction and Bulding Materials* 19, 619–626.
- Hwang, C.-L., Sihotang, F. M. F., Tuan, B. L. A., & Chen, C.-T. (2011). Green Concrete for Sustainable Life-Cycle. *Applied Mechanics and Materials*, 99–100, 1113–1116.
- Irawan, R. R. (2013). *Semen Portland di Indonesia untuk Aplikasi Beton Kinerja Tinggi*. Kementerian Pekerjaan Umum.
- Irawan, R. R., Hardono, S., Budiman, Y. I., Soeherman, O., Triani, D. N. D., & Gunawan, G. (2015). *Beton dengan Sedikit Semen Portland dan Tanpa Semen Portland Memanfaatkan Abu Terbang dari PLTU Batubara*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

- Kementerian PUPR. (2022). *Kementerian PUPR Kawal Tujuh Program Prioritas Nasional di Tahun 2022, Percepat Pemulihan Ekonomi Nasional dan Reformasi Struktural*. <https://www.pu.go.id/berita/kementerian-pupr-kawal-tujuh-program-prioritas-nasional-di-tahun-2022-percepat-pemulihan-ekonomi-nasional-dan-reformasi-struktural>
- Kosmatka, S. H., & Wilson, M. L. (2011). *Design and Control of Concrete Mixtures* (Fifteenth Edition). Portland Cement Association.
- Layssi, H., Ghods, P., Alizadeh, A. R., & Salehi, M. (2015). Electrical Resistivity of Concrete. *Concrete International*, 37(5), 41–46.
- Liao, W.-C., Perceka, W., & Yu, L.-C. (2017). Systematic Mix Procedures for Highly Flowable-Strain Hardening Fiber Reinforced Concrete (HF-SHFRC) by Using Tensile Strain Hardening Responses as Performance Criteria. *Science of Advanced Materials*, 9, 1157–1168.
- Luvana, G. A., Siswanto, M. F., & Saputra, A. (2017). Pengaruh Penambahan Serat Baja pada Self Compacting Concrete Mutu Tinggi. *Jurnal Teknik Sipil*, 14(2), 85–93.
- Malek, J., & Kaouther, M. (2014). Destructive and Non-destructive Testing of Concrete Structure. *Jordan Journal of Civil Engineering*, 8(4), 432–441.
- Medeiros-Junior, R. A., Munhoz, G. S., & Medeiros, M. H. F. (2019). Correlations between Water Absorption, Electrical Resistivity, and Compressive Strength of Concrete with Different Contents of Pozzolans. *Revista ALCONPAT*, 9(2), 152–166.
- Neville, A. M. (2011). *Properties of Concrete* (Fifth Edition). Pearson Education Limited.
- Neville, A. M., & Brooks, J. J. (2010). *Concrete Technology* (Second Edition). Pearson Education Limited.
- Nurmilla, A. (2021). *Indonesia Maju 2045: Kenyataan atau Fatamorgana*. <https://www.djkn.kemenkeu.go.id/artikel/baca/13781/Indonesia-Maju-2045-Kenyataan-atau-Fatamorgana.html>
- Palaniappan, L., & Velusamy, V. (2014). Some Explanations about the Equivalence of Specific Gravity to Relative Density. *Latin-American Journal of Physics Education*, 8(4).
- Proceq SA. (2017). *Operating Instructions: Concrete Durability Testing*. Proceq SA.
- Robles, K. P. v., Yee, J.-J., & Kee, S.-H. (2022). Electrical Resistivity Measurements for Nondestructive Evaluation of Chloride-Induced Deterioration of Reinforced Concrete - A Review. *Materials*, 15(8).
- Shankar, S., & Joshi, H. R. (2014). Comparison of Concrete Properties Determined by Destructive and Non-Destructive Tests. *Journal of the Institute of Engineering*, 10(1), 130–139.

- SNI 03-2847-2002. (2002). *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-6468-2000. (2000). *Tata Cara Perencanaan Campuran Tinggi dengan Semen Portland dengan Abu Terbang*. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 15-2049-2004. (2004). *Semen Portland*. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 1969:2016. (2016). *Metode Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 1970:2008. (2008). *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*. Badan Standardisasi Nasional.
- Timotius, Putra, Y. S., & Lapanporo, B. P. (2014). Identifikasi Keretakan Beton Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas. *Prisma Fisika*, 2(3), 92–99.
- Tjokrodinuljo, K. (2007). *Teknologi Beton (Bahan Kuliah)*. Penerbit Andi.
- Wibisono, E. K., Evangelica, C. M., Sugiharto, H., & Wijaya, G. B. (2018). Pengaruh Penambahan Serat Baja terhadap Peningkatan Kuat Kokoh Tekan, Kuat Tarik Belah dan Kuat Lentur Murni pada Beberapa Mutu Steel Fiber Reinforced Concrete. *Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil*, 7(1), 93–100.
- Wong, I. L. K. (2021). Effect Compressive Strength and Split Tensile Strength of Concrete Using Aggregate from Tana Toraja District with Fly Ash Substitution. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 921.
- Zhu, H., Li, C., Gao, D., Yang, L., & Cheng, S. (2019). Study on Mechanical Properties and Strength Relation between Cube and Cylinder Specimens of Steel Fiber Reinforced Concrete. *Advances in Mechanical Engineering*, 11(4), 1–12.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin menyampaikan banyak rasa terima kasih secara khusus kepada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan atas penyediaan dan izin penggunaan fasilitas Laboratorium Teknik Struktur dalam penyusunan skripsi penulis yang berjudul “Kajian Eksperimental Hubungan Kekuatan Tekan dengan *Ultrasonic Pulse Velocity*, *Electrical Resistivity*, dan Kekuatan Tarik Belah dari *Steel Fiber Reinforced Concrete* dengan Variasi *Water To Binder Ratio*” yang merupakan penelitian di bawah bimbingan Bapak Herry Suryadi, Ph.D. Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada PT. Master Builder Solutions Indonesia atas penyediaan material berupa serat baja dan *superplasticizer*.

