

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini menggunakan metode *artificial neural network* dalam memprediksi kuat tekan beton. Dua *dataset* digunakan sebagai data pembelajaran oleh model prediksi yaitu *dataset* Indonesia dan *dataset* luar negeri.

1. Dari hasil pelatihan model prediksi didapatkan hasil evaluasi untuk model dengan *dataset* Indonesia dengan R-squared sebesar 0.889, R sebesar 0.943, MSE sebesar 17.078 MPa, RMSE sebesar 3.024, dan MAPE sebesar 13.726%. Sedangkan untuk model prediksi dengan *dataset* luar negeri didapatkan hasil evaluasi dengan nilai R-squared sebesar 0.917, R sebesar 0.958, MSE sebesar 14.578 MPa, RMSE sebesar 2.641 MPa, dan MAPE sebesar 8.579%.
2. Dari kedua hasil evaluasi tersebut didapatkan bahwa model prediksi dengan *dataset* luar negeri lebih baik dan lebih akurat dikarenakan R-squared yang lebih mendekati angka 1 dan *error* yang lebih kecil. Model prediksi dengan *dataset* Indonesia memiliki nilai koefisien korelasi yang tinggi dan kemampuan model peramalan yang baik, sedangkan model prediksi dengan *dataset* luar negeri memiliki nilai koefisien korelasi yang tinggi dan kemampuan model peramalan yang baik.
3. Dari kelima variabel utama dari penyusun beton, didapatkan urutan variabel yang memiliki pengaruh terbesar terhadap kuat tekan beton yaitu semen > air > agregat kasar > agregat halus > umur. Hasil ini sejalan dengan teori akan faktor yang berpengaruh pada kuat tekan beton. Setiap variabel ini memiliki pengaruh dan hubungan tersendiri dan satu sama lain terhadap kuat tekan beton. Semakin banyak kombinasi yang digunakan maka hasil evaluasi akan menjadi lebih baik.
4. Model prediksi digunakan untuk memprediksi mix design yang telah dirancang dalam penelitian ini, dengan empat mix design yang dirancang berdasarkan kuat tekan rencana yang berbeda, yaitu 15 MPa, 20 MPa, 25

MPa, dan 30 MPa. *Mix design* sendiri dirancang menggunakan acuan dari ACI 211.1-91. Didapatkan hasil bahwa model prediksi dari *dataset* Indonesia memprediksi hasil kuat tekan beton prediksi untuk kuat tekan rencana 15 MPa lebih kecil, tetapi untuk kuat tekan rencana yang lain didapat kuat tekan prediksi yang lebih tinggi sedangkan model prediksi dengan *dataset* luar negeri memprediksi hasil kuat tekan beton prediksi yang lebih tinggi dari kuat tekan rencana. Penggunaan acuan ACI dalam perancangan campuran beton di Indonesia menghasilkan kuat tekan beton yang lebih besar dari kuat tekan rencana.

5.2 Saran

1. Setiap *artificial neural network* memerlukan pengaturan *hyperparameter* yang tepat namun dalam penentuannya masih menggunakan trial & error yang masih terdapat nilai subjektifitas, karena setiap pengaturan parameter tidak selalu memberikan hasil yang optimal untuk setiap *dataset*.
2. Dalam penelitian ini, variabel yang digunakan hanya volume proporsi dari material penyusun sehingga dapat ditambahkan variabel akan karakteristik dari setiap material penyusun untuk mendapatkan hasil model prediksi yang lebih kompleks dan detail.
3. Untuk mendapatkan prediksi kuat tekan beton yang lebih sesuai dengan kondisi lapangan, data campuran beton dan hasil kuat tekan beton yang dikumpulkan sebaiknya menggunakan hasil dari lapangan, bukan dari hasil tes laboratorium.
4. Untuk mengembangkan model prediksi ini, dapat dilakukan penambahan variabel akan mutu kerja dari pembuatan beton. Referensi akan mutu kerja dapat dilihat pada ACI 211.1-91.
5. Dapat dikembangkan model prediksi ini untuk melakukan prediksi akan kuat tarik lentur beton, slump, slump geser, slump runtuh.

DAFTAR PUSTAKA

American Concrete Institute. (2002). *Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete*, ACI 211.1-91. Detroit, The Institute.

Benaicha, M., Burtschell M., dan Hafidi A. (2016). Prediction of compressive strength at early age of concrete - application of maturity, *Journal of Building Engineering*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jobte.2016.03.003>

Chou, J.-S., Chiu, C.-K., Farfoura, M., & AlTaharwa, I. (2011). Optimizing the Prediction Accuracy of Concrete Compressive Strength Based on a Comparison of Data-Mining Techniques. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 25(3), 242-253. [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)CP.1943-5487.0000088](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000088)

Christiono N., Prayogo D. (2020). Perbandingan Kinerja Artificial Intelligence dalam Memprediksi Kuat Tekan Beton. *Dimensi Utama Teknik Sipil Vol 7 No 2*. <https://doi.org/10.9744/duts.7.2.1-17>

Farzampour, A. (2019). Compressive Behavior of Concrete under Environmental Effects. *Compressive Strength of Concrete* <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.85675>.

H N Muliauwat et al (2020). Prediction of Concrete Compressive Strength Using Artificial Intelligence Methods, 2nd International Conference on Sustainable Infrastructure, *Journal of Physics: Conference Series*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1625/1/012018>

Kabir, A., Hasan, M., dan Miah, K. (2012). Predicting 28 days compressive strength of concrete from 7 days test result. *Proceedings of Conference on Advances in Design and Construction of Structures 2012*, 18-22.

Prayogo D. (2018). Prediksi Kuat Tekan Beton dengan Menggunakan Metode Artificial Intelligence. *Penguasaan Teknologi dan Bahasa Asing Dalam Menghadapi Pertumbuhan Ekonomi Dunia Di Era Revolusi Dunia Di Era Revolusi Industri 4.0 Seminar Nasional Ilmu Terapan Vol 1 No 1*. <https://ojs.widyakartika.ac.id/index.php/sniter/article/view/66>

SII 0052-80. (1980), Mutu dan Cara Uji Agregat Beton. Depperind-ri. Jakarta

SNI 03-6861.1-2002. (2002). Spesifikasi Bahan Bangunan. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta

SNI 15-2049-2004. (2004). Semen Portland. Badan Standarisasi Nasional. Bandung

Wang Y, Geem ZW, Nagai K. (2020). Bond Strength Assessment of Concrete-Corroded Rebar Interface Using Artificial Neural Network. *Applied Sciences*. 2020; 10(14):4724. <https://doi.org/10.3390/app10144724>

Yeh, I., dan Lien, L. (2009). Knowledge discovery of concrete material using Genetic Operation Trees. *Expert Systems with Applications*, 36 (3 part P2), 5807-5812. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2008.07.004>

Data Kuat Tekan Beton Indonesia.

Abrihananto, D. (2018). Pengaruh Copper Slag Sebagai Material Pengganti Pasir pada Campuran Beton Self Compacting Concrete terhadap Kuat Tekan dan Porositas Beton. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/rekayasa-teknik-sipil/article/view/22882/20988>

Ada, C. (2019). Studi Eksperimental Pengaruh Penggantian Sebagian Agregat Halus dengan Agregat Halus Lumpur Sidoarjo terhadap Properti Mekanis Beton dengan Densified Mixture Design Algorithm (DMDA). <https://repository.unpar.ac.id/handle/123456789/9189>

Agusta, C. (2017). Studi Eksperimental Kuat Tekan Beton dengan Plastik Daur Ulang Olahan Jenis HDPE Pengganti Sebagian Agregat Halus. <https://repository.unpar.ac.id/handle/123456789/3730>

Alvine. (2019). Studi Eksperimental Pengaruh Limbah Plastik ABS sebagai Substitusi Parsial Agregat Beton dengan Kuat Tekan Rencana $f'c=35$ Mpa. <https://repository.unpar.ac.id/handle/123456789/8819>

Amani, S. (2019). Studi Eksperimental Efek Volume Absolut Agregat Kasar Plastik ABS pada Kuat Tekan dan Berat Isi Beton Normal PCC Super Semen dengan Kuat Tekan Karakteristik $f'c=45$ Mpa. <https://repository.unpar.ac.id/handle/123456789/8918>

Andre. (2017). Studi Eksperimental Pengaruh Serat Baja pada Kekuatan Beton Mutu 50 MPa dengan Agregat Kasar Daur Ulang. <https://repository.unpar.ac.id/handle/123456789/2303>

Anggawirawan, R. (2019). Studi Eksperimental Efek Penggunaan Plastik ABS Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Halus pada Beton $f'c=30$ MPa dengan PCC Super Semen. <https://repository.unpar.ac.id/handle/123456789/8820>

Azarya, K. (2017). Studi Eksperimental Efek Limbah Plastik LDPE sebagai Substitusi Sebagian Agregat Halus pada Kuat Tekan Beton Normal Rata-rata 33 Mpa. <https://repository.unpar.ac.id/handle/123456789/5503>

Bisatya, A. (2019). Studi Eksperimental Beton dengan $f'c$ 35 MPa Menggunakan Semen Super PCC dan Sebagian Agregat Kasar Plastik ABS. <https://repository.unpar.ac.id/handle/123456789/9169>

David, T. (2018). Studi Eksperimental Pengaruh Plastik Limbah HDPE Blow Serpih sebagai Campuran Agregat pada Kuat Tekan Beton. <https://repository.unpar.ac.id/handle/123456789/5521>

Dewanti, D. (2019). Studi Mengenai Kadar Maksimum Abu Terbang Sebagai Substitusi Semen pada Campuran Beton dengan Kuat Tekan Tetap. <https://ejournal.itenas.ac.id/index.php/rekaracana/article/view/3203/2040>

Dharma, D. (2019). Studi Eksperimental Efek Substitusi Sebagian Agregat Kasar dengan Limbah Plastik Type ABS pada Kuat Tekan Beton $F'c$ 25 MPa dengan Super Semen PCC. <https://repository.unpar.ac.id/handle/123456789/8917>

Dharmady, A. (2018). Kajian Biaya dan Sifat Fisis Beton berdasarkan Variasi Penggunaan Material dan Mix Design. <https://repository.unpar.ac.id/handle/123456789/5543>

Go, R. (2019). Studi Eksperimental Efek Kadar Agregat Kasar Plastik Limbah ABS Putih pada Beton Kuat Tekan Karakteristik 50 MPa. <https://repository.unpar.ac.id/handle/123456789/10861>

Haf, B. (2012). Pengaruh Penggunaan Fly Ash pada Beton Mutu Normal dan Mutu Tinggi ditinjau dari Kuat Tekan dan Absorpsi. <https://ejournal.umm.ac.id/index.php/jmsts/article/download/1206/3107>

Hana, N. (2008). Studi Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton dengan Agregat Halus Copper Slag. Konferensi Nasional Teknik Sipil 2 (KoNTekS 2)

Hantara, H. (1999). Studi tentang Beton Normal dengan Campuran Abu Terbang. <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/3450>

Hardiman, A. (2018). Studi Eksperimental Kuat Tekan Beton dengan Dua Tipe Persen Campuran Agregat Kasar Daur Ulang dan Limbah Bata Merah. <https://repository.unpar.ac.id/handle/123456789/8912>

Hartono, I. (2017). Studi Eksperimental Efek Substitusi PP Hijau 15-45% Volume Absolut Agregat Halus pada Beton Normal f_{cr} 33 Mpa. <https://repository.unpar.ac.id/handle/123456789/5480>

Haruna, H. (2021). Penggunaan Batu Apung Sebagai Substitusi Parsial Agregat Kasar Dengan Penambahan Silica Fume. <https://repository.unibos.ac.id/xmlui/handle/123456789/178>

Helmi, V. (2019). Studi Perkembangan Kuat Tekan Beton dengan PCC dan PCC Powermax Merek Holcim untuk Kuat Tekan Beton Karakteristik f_c 50 Mpa. <https://repository.unpar.ac.id/handle/123456789/9183>

Hendrato, S. (2018). Studi Eksperimental Efek Kadar Agregat Plastik Limbah Tipe PP Hitam Serpih pada Kuat Tekan Beton dengan Super Semen PCC. <https://repository.unpar.ac.id/handle/123456789/5542>

Hilmiyah, Z. (2021). Pemanfaatan Limbah Timah Bekas Sebagai Bahan Pengganti Agregat Halus terhadap Kuat Tekan pada Beton K-300. <https://jurnal.narotama.ac.id/index.php/patria/article/view/1479/999>

Hudhiyantoro, H. (2012). Analisis Limbah Batubara Sebagai Alternatif Semen Untuk Beton pada Perisai Sinar Pengion Cobalt - 60 ditinjau dari Segi Biaya. <http://jurnal.untag-sby.ac.id/index.php/exp/article/download/822/744>

Jason, Y. (2019). Studi Perkembangan Kuat Tekan Beton $f_c=45$ MPa dengan Semen Merek SCG Tipe PCC dan PCC Super Semen. <https://repository.unpar.ac.id/handle/123456789/9270>

Juniadhari, D. (2017). Uji Eksperimental Beton Normal dibandingkan Beton Self Compacting dengan Agregat Daur Ulang dan Limbah Genteng Tanah Liat. <https://repository.unpar.ac.id/handle/123456789/2092>

Karim, A. (2020). Studi Eksperimen Kombinasi Nilai Slump Tes dengan F.a.s Tetap pada Pembuatan Beton Normal fc' 20 MPa. <http://www.teknika-ftiba.info/teknika/index.php/1234/article/view/150>

Karimah, H. (2018). Studi Eksperimental Efek Kadar Plastik Limbah LDPE Cor pada Kuat Tekan Beton Kekuatan Normal. <https://repository.unpar.ac.id/handle/123456789/5509>

Korua, A. (2019). Kinerja High Strength Self Compacting Concrete dengan Penambahan Admixture "Beton Mix" Terhadap Kuat Tarik Belah. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/26052/25691>

Martinus, A. (2015). Pengaruh Penambahan Abu Terbang terhadap Kuat Tarik Belah Beton. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/10662>

Mauludi, M. (2014). Pemanfaatan Copper Slag Sebagai Substitusi Pasir pada Campuran Beton Mutu K-225. <https://ejournal.unsri.ac.id/index.php/jtsl/article/view/160314-188-195>

Melita. (2015). Pengaruh Penggunaan Limbah Pengolahan Timah sebagai Substitusi Parsial Agregat Halus terhadap kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton. <https://www.journal.ubb.ac.id/index.php/fropil/article/view/1209/855>

Naskar, S. (2017). Studi Eksperimental Beton Mutu Tinggi Kekuatan Rencana f'c 50 MPa Semen PPC dengan Proporsi Campuran Sesuai ACI 211.4R-08 Dikoreksi dengan ACI 211.7R-15. <https://repository.unpar.ac.id/handle/123456789/2140>

Nirwan, R. (2018). Studi Mengenai Perancangan Campuran Beton Abu Terbang dengan Pendekatan Blended Sand. <https://ejournal.itenas.ac.id/index.php/rekaracana/article/view/2446/1899>

Nugraha, R. (2017). Studi Perkembangan Kuat Tekan Beton Semen PPC f'c 45 MPa dengan Metode ACI 211.4R-08 dan dikoreksi Sesuai Metode ACI 211.7R-15. <https://repository.unpar.ac.id/handle/123456789/5481>

Nursandah, A. (2018). Studi Kuat Tekan & Setting Time Beton dengan Variasi Dosis Admixture Tipe D. <http://dx.doi.org/10.30651/ag.v3i2.2277.g1669>

Patar, A. (2017). Studi Eksperimental Proporsi Beton Kekuatan Tinggi f'c 60 MPa dengan Semen Portland Pozolan Gresik Sesuai ACI 211.4R-08 yang Dikoreksi sesuai ACI 211.7R-15. <https://repository.unpar.ac.id/handle/123456789/3731>

Penerangan, G. (2017). Pengaruh Abu Terbang dari PT. Belawan Deli terhadap Kuat Tekan Beton. <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/but/article/view/265>

Prayitno, S. (2018). Pengaruh Terak Tungku Pabrik Gula Madukismo sebagai Bahan Tambah terhadap Kuat Tekan dan Tarik Beton Mutu Tinggi. <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/12936>

Prayogi, A. (2021). Pengaruh Limbah Timah Sebagai Bahan Pengganti Agregat Kasar terhadap Kuat Tekan Beton K-250. <https://jurnal.narotama.ac.id/index.php/patria/article/view/1475/995>

Pujianto, A. (2007). Beton Mutu Tinggi dengan Bahan Tambah Superplasticizer dan Fly Ash. <http://repository.umy.ac.id/handle/123456789/899>

Purnomo, F. (2012). Tinjauan Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton dengan Variasi Kadar Slag dan Aktivator sebagai Pengganti Sebagian Semen. <https://digilib.uns.ac.id/dokumen/detail/28097>

Ramadhan, R. (2016). Pengaruh Penambahan Steel Slag Abu Terbang Terhadap Sebagian Sifat Beton Segar dan Beton Keras. <https://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFTEKNIK/article/download/11848/11495>

Rau, F. (2018). Analisa Pengaruh Pemakaian Fly Ash Sebagai Sementisisus Pada Beton Mutu Sedang Terhadap Kuat Tekan Beton. <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/sondir/article/view/2575/2078>

Raymond. (2017). Studi Eksperimental Beton Normal $f_c' 30$ MPa dengan Variasi Agregat Kasar Limbah Genteng dan Keramik Serta Batu Bata. <https://repository.unpar.ac.id/handle/123456789/5496>

Runtung, A. (2019). Studi Eksperimental Pengaruh Penggantian Sebagian Agregat Kasar dengan Agregat Kasar Lumpur Sidoarjo Terhadap Properti Mekanis Beton dengan Densified Mixture Design Algorithm (DMDA). <https://repository.unpar.ac.id/handle/123456789/9188>

Salim, Y. (2017). Studi Eksperimental Perkembangan Kuat Tekan Beton Semen Tipe I Merk SCG $f_c 50$ MPa yang Diproporsikan Sesuai ACI 211.4R-08. <https://repository.unpar.ac.id/handle/123456789/3149>

Saputra, J. (2017). Studi Eksperimental Pengaruh Serat Baja terhadap Kekuatan Beton Mutu 60 MPa. <https://repository.unpar.ac.id/handle/123456789/2304>

Sebayang, S. (2010). Pengaruh Kadar Abu Terbang sebagai Pengganti Sejumlah Semen pada Beton Alir Mutu Tinggi. <https://media.neliti.com/media/publications/140136-ID-pengaruh-kadar-abu-terbang-sebagai-pengg.pdf>

Sebayang, S. (2011). Tinjauan Sifat-sifat Mekanik Beton Alir Mutu Tinggi dengan Silika Fume Sebagai Bahan Tambahan. <https://core.ac.uk/download/pdf/294859123.pdf>

Setiadji, B. H., Dewabrata, H., Ay Lie, H., & Subagyo, S. A. P. (2020). Studi Penggunaan Semen Slag sebagai Substitusi Semen Portland pada Beton. Siklus : Jurnal Teknik Sipil, 6(2), 117 - 128. <https://doi.org/10.31849/siklus.v6i2.4595>

Setiawan, D. (2017). Studi Eksperimental Proporsi Beton Kekuatan Rencana f_c 40 MPa Sesuai ACI 211.4R-08 dengan Semen SCG Tipe PCC dan Dikoreksi ACI 211.7R-15. <https://repository.unpar.ac.id/handle/123456789/3167>

Sian, B. (2015). Kuat Lentur dan Daktilitas Balok Beton Bertulang Self Compacting dengan Agregat Kasar dan Halus Daur Ulang. <https://repository.unpar.ac.id/handle/123456789/838>

Simatupang, R. (2013). Pengaruh Penggunaan Limbah Baja Terhadap Kuat Karakteristik Beton. <https://journal.maranatha.edu/index.php/jts/article/download/1370/1052>

Soebianto, I. (2017). Studi Eksperimental Proporsi Beton Kekuatan Tinggi Rencana f_c 80 MPa dengan Semen OPC Sesuai ACI 211.4R-08. <https://repository.unpar.ac.id/handle/123456789/3160>

Suarnita, I. (2011). Kuat Tekan Beton dengan Aditif Fly Ash Ex. PLTU Mpanau Tavaeli. <http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/SMARTTEK/article/view/615>

Suharyoko. (2017). Studi Eksperimental Proporsi Campuran Beton Mutu Super Tinggi f_c 90 MPa Menggunakan Semen OPC Tiga Roda. <https://repository.unpar.ac.id/handle/123456789/2185>

Sulwyn, I. (2017). Studi Eksperimental Beton Mutu Tinggi dengan Agregat Kasar Beton Daur Ulang. <https://repository.unpar.ac.id/handle/123456789/2297>

Suryani, A. (2018). Korelasi Kuat Lentur Beton Dengan Kuat Tekan Beton. [https://doi.org/10.25299/saintis.2018.vol18\(2\).3150](https://doi.org/10.25299/saintis.2018.vol18(2).3150)

Susilowati, A. (2019). Kuat Tekan Self Compaction Concrete Menggunakan Ground Granulated Blast Furnace Slag. <http://dx.doi.org/10.33795/prokons.v13i2.195>

Susilowati, A. (2020). Pengaruh Penambahan RD 31 pada Beton dengan Substitusi Ground Granulated Blast Furnace Slag. <https://ejournal.itenas.ac.id/index.php/rekaracana/article/download/4681/2465>

Sutanto, A. (2020). Pengaruh Penambahan Silica Fume dan Polypropylene Fiber Terhadap Permeabilitas dan Kuat Tekan Beton. <http://publication.petra.ac.id/index.php/teknik-sipil/article/view/10016/8969>

Syamsudin, N. (2019). Studi Perbandingan Perkembangan Kuat Tekan Beton Karakteristik Rencana 60 MPa dengan SCG PCC Super Semen dan Holcim PCC Powermax. <https://repository.unpar.ac.id/handle/123456789/9273>

Tilik, L. (2011). Pengaruh Abu Terbang dan Superplasticizer terhadap Kuat Tekan Beton. <https://media.neliti.com/media/publications/221608-pengaruh-abu-terbang-dan-superplasticize.pdf>

Tilik, L. (2014). Pengaruh Abu Terbang sebagai Filler untuk Kuat Tekan Beton. <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/pilar/article/view/426>

Ulhadi, Z. (2021). Pengaruh Substitusi Agregat Halus Pasir dengan Limbah Tembaga terhadap Kuat Tekan Beton Normal $f'c$ 25 MPa. <https://ejournal.bunghatta.ac.id/index.php/JFTSP/article/view/19714>

Umboh, A. (2014). Pengaruh Pemanfaatan Abu Terbang dari PLTU II Sulawesi Utara sebagai Substitusi Parsial Semen terhadap Kuat Tekan Beton. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/6006>

Utomo, N. (2018). Uji Eksperimental Kuat Tekan Beton dengan Dua Tipe Campuran Agregat Kasar Daur Ulang dan Limbah Keramik. <https://repository.unpar.ac.id/handle/123456789/8910>

Wiadji, J. (2017). Studi Eksperimental Proporsi Beton Kekuatan Tinggi Rencana $f'c$ 70 MPa Sesuai ACI 211.4R-08 dengan Semen PPC Gresik dan Dikoreksi Sesuai ACI 211.7R-15. <https://repository.unpar.ac.id/handle/123456789/2161>

Wibowoputri, F. (2019). Perbandingan kinerja mix design menggunakan metode DMDA (Densified Mixture Design Algorithm) dan metode ACI (American Concrete Institute). <https://dewey.petra.ac.id/catalog/digital/detail?id=45193>

Wijaya, A. (2019). Studi Eksperimental Efek Agregat Kasar Parsial Plastik Limbah ABS Putih pada Beton Semen OPC Kuat Tekan $f'_c=60$ Mpa. <https://repository.unpar.ac.id/handle/123456789/10855>

Yupa, B. (2017). Studi Eksperimental Proporsi Beton f'_c 30 MPa Sesuai ACI 211.1-91 dengan Semen PCC yang Dikoreksi dengan ACI 211.7R-15. <https://repository.unpar.ac.id/handle/123456789/5479>

Yusuf, D. (2020). Pengaruh Substitusi Agregat Halus dengan 30% Copper Slag terhadap Mix Desain Beton Normal dan Kemampuan Kuat Tekan Beton. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/rekayasa-teknik-sipil/article/view/35000>

Zumar, L. (2018). Analisis Kuat Tekan Beton Menggunakan Iron Slag Sebagai Agregat Halus Dengan Bahan Tambah Zat Additive Superplasticizer. <https://repository.unibos.ac.id/xmlui/handle/123456789/135>

Data Kuat Tekan Beton Luar Negeri

Yeh, I. (2007). Concrete Compressive Strength Data Set. <https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/concrete+compressive+strength>