

**PENGARUH PENAMBAHAN KAPUR PADAM DAN KALSIUM
KARBONAT SEBAGAI FILLER PADA BETON NORMAL
DENGAN KADAR AIR DAN SEMEN TEREDUKSI**

Skripsi

Diajukan Kepada Universitas Muhammadiyah Malang

Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Akademik

Dalam Menjalankan Program Sarjana Teknik



Disusun oleh:

AHMAD ZAINIL CAHYADI

201910340311074

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG

2025

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL : PENGARUH PENAMBAHAN KAPUR PADAM DAN
KALSIMUM KARBONAT SEBAGAI FILLER PADA BETON
NORMAL DENGAN KADAR AIR DAN SEMEN TEREDUKSI

NAMA : Ahmad Zainil Cahyadi

NIM : 201910340311074

Pada hari Sabtu, 18 Januari 2025 telah diuji oleh tim penguji :

1. Ir. Rofikatul Karimah, M.T.

Dosen Penguji I

2. Aulia Indira Kumalasari, S.T., M.T.

Dosen Penguji II

Disetujui :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Yunan Rusdianto, M.T.

Rizka Amalia Tri Cahyani, S.T., M.T.

Mengetahui,
Ketia Jurusan Teknik Sipil



Ir. Sulianto, M.T.

SURAT PERNYATAAN

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ahmad Zainil Cahyadi
NIM : 201910340311074
Jurusan : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Universitas : Universitas Muhammadiyah Malang

Dengan ini saya menyatakan sebenar-benarnya bahwa skripsi dengan judul **“Pengaruh Penambahan Kapur Padam dan Kalsium Karbonat Sebagai Filler pada Beton Normal dengan Kadar Air dan Semen Tereduksi”** adalah hasil karya saya dan bukan karya tulis orang lain. Dengan naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan atau daftar pustaka.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan apabila pernyataan ini tidak benar saya bersedia mendapatkan sanksi akademis.

Malang, 3 Januari 2025

Yang Menyatakan,



Ahmad Zainil Cahyadi

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan ke hadirat Allah SWT karena atas karunia, rahmat, dan hidayah-Nya. Dan tak lupa sholawat salam kepada baginda Nabi Muhammad SAW penuntun dari masa kebodohan menuju masa kebahagiaan dengan ilmu dan hikmah sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Penambahan Kapur Padam Dan Kalsium Karbonat Sebagai Filler Pada Beton Normal Dengan Kadar Air Dan Semen Tereduksi” sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan program studi S1 Teknik Sipil.

Penulis sangat menyadari bahwa skripsi ini tidak akan dapat terselesaikan tanpa bantuan, dorongan dan bimbingan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terimakasih dan penghargaan setulus hati, kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Nazaruddin Malik, M.Si. selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Malang.
2. Bapak Dr. Ir. Sulianto, MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang.
3. Bapak Dr, Ir. Samin, MT. selaku dosen wali kelas Teknik Sipil B 2019 Universitas Muhammadiyah Malang.
4. Bapak Ir. Yunan Rusdianto, MT. selaku Dosen Pembimbing Skripsi 1, yang telah berkenan memberikan masukan, arahan, bimbingan, waktu, kesabaran kepada saya dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Ibu Rizki Amalia Tri Cahyani, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing Skripsi 2, yang telah berkenan memberikan masukan, arahan, bimbingan, waktu, kesabaran kepada saya dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Seluruh Dosen dan Staf pengajar Program Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang.
7. Diri saya sendiri atas semangat dan usahanya dalam mengerjakan skripsi ini, terimakasih karena selalu berusaha berpikir positif ketika keadaan sempit tidak berpihak dan selalu berusaha mempercayai diri sendiri.

8. Rekan-rekan lainya yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah membantu dan menemani saya dalam menyelesaikan skripsi ini. semoga selalu diberi kesehatan serta ilmu yang bermanfaat.

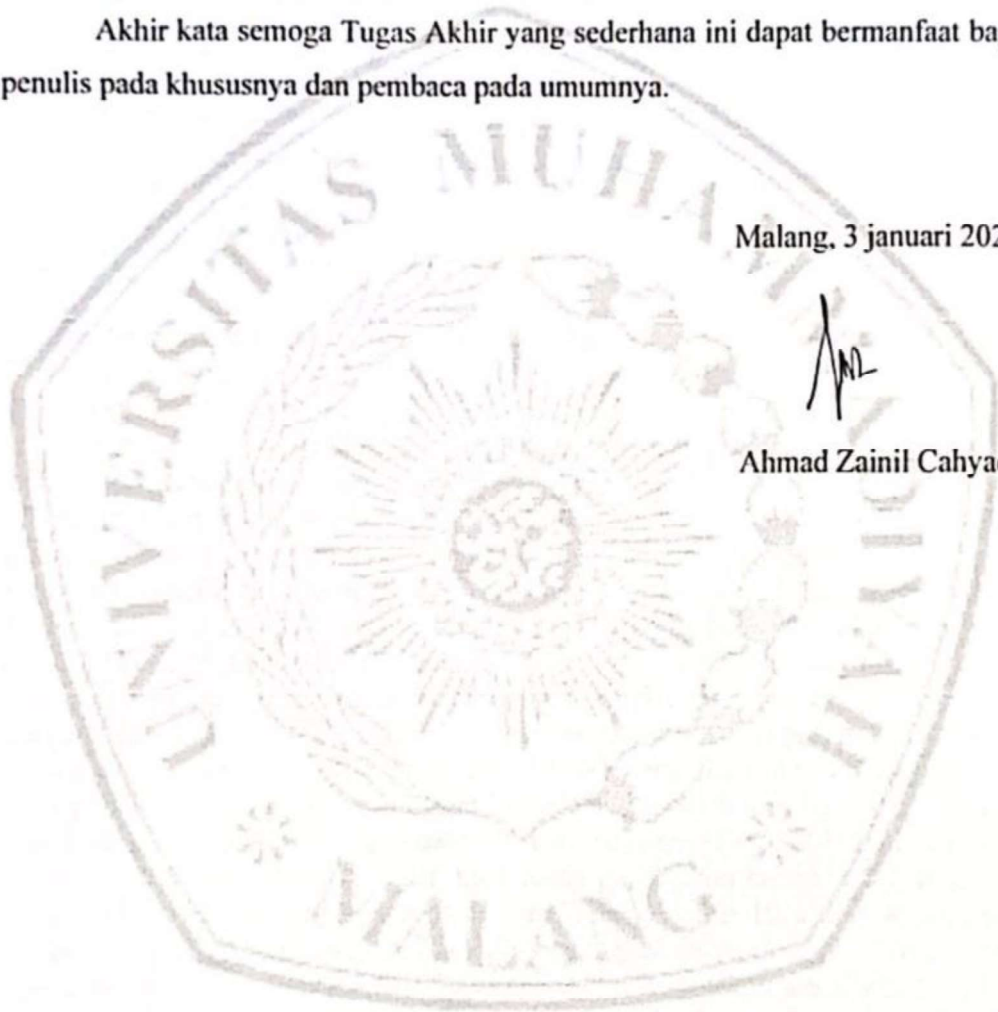
Penulis menyadari bahwa penulisan laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna dan terdapat banyak kekurangan mengingat keterbatasan wawasan penulis.

Akhir kata semoga Tugas Akhir yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Malang, 3 januari 2025



Ahmad Zainil Cahyadi



**PENGARUH PENAMBAHAN KAPUR PADAM DAN KALSIUM
KARBONAT SEBAGAI *FILLER* PADA BETON NORMAL DENGAN
KADAR AIR DAN SEMEN TEREDUKSI**

Ahmad Zainil Cahyadi⁽¹⁾, Yunan Rusdianto⁽²⁾, Rizki Amalia Tri Cahyani⁽³⁾

Mahasiswa⁽¹⁾, Dosen Pembimbing 1⁽²⁾, Dosen Pembimbing 2⁽³⁾

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang

Jl. Raya Tlogomas No. 246, Malang 65144 – Telp (0341) 464318

Faks (0341) 460782

Email : ahmadzainil0802@gmail.com

ABSTRAK

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang banyak digunakan. Akibat dari penggunaan beton ialah emisi gas rumah kaca (GRK). Dalam mengurangi dampak gas rumah kaca maka diperlukan material alternatif sebagai bahan untuk mengurangi penggunaan semen. Selain itu, dapat digunakan bahan tambah seperti *superplasticizer* untuk mengurangi penggunaan semen dan air dalam campuran beton menggunakan *water reducing admixtures* sehingga beton yang dihasilkan akan lebih encer dibandingkan beton yang dibuat tanpa *superplasticizer*, hal ini akan meningkatkan *workability* beton. *Superplasticizer* Sikament LN dapat digunakan untuk mereduksi kadar semen hingga 10% tanpa menurunkan performa *workability* dan kuat tekan beton. Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah eksperimental. Penelitian dilakukan pada campuran beton dengan rasio air semen 0,5. Dibuat dengan menambahkan kapur padam dan kalsium karbonat sebagai *filler* yang telah diketahui dapat meningkatkan *workability* beton, pada penelitian ini digunakan dengan kadar 5% dan 10% terhadap berat semen. Dari hasil pengujian didapatkan kuat tekan beton tertinggi 23,70 MPa terdapat pada campuran 1% *superplasticizer* dan kuat tekan pada beton normal sebesar 23,27 MPa. Pada campuran kapur padam dengan kadar 5% dan 10% didapatkan kuat tekan sebesar 22,93 MPa dan 22,65 MPa. Sedangkan beton dengan *filler* kalsium karbonat dengan kadar 5% dan 10% menghasilkan kuat tekan sebesar 22,27 MPa dan 22,62 MPa. Hasil Penelitian menunjukkan nilai kuat tekan beton dengan campuran 1% *superplasticizer* dengan air dan semen telah tereduksi menghasilkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan beton normal. Sedangkan pada penambahan *filler* kapur padam dan kalsium karbonat mengalami penurunan nilai kuat tekan terhadap beton normal.

Kata Kunci: Beton, Kapur Padam, Kalsium Karbonat, Reduksi Semen, *Superplasticizer*

**PENGARUH PENAMBAHAN KAPUR PADAM DAN KALSIUM
KARBONAT SEBAGAI *FILLER* PADA BETON NORMAL DENGAN
KADAR AIR DAN SEMEN TEREDUKSI**

Ahmad Zainil Cahyadi ⁽¹⁾, Yunan Rusdianto ⁽²⁾, Rizki Amalia Tri Cahyani ⁽³⁾

Mahasiswa⁽¹⁾, Dosen Pembimbing 1⁽²⁾, Dosen Pembimbing 2⁽³⁾

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang

Jl. Raya Tlogomas No. 246, Malang 65144 – Telp (0341) 464318

Faks (0341) 460782

Email : ahmadzainil0802@gmail.com

ABSTRACT

Concrete is one of the most widely used construction materials. The effect of using concrete is greenhouse gas (GHG) emissions. In reducing the impact of greenhouse gases, alternative materials are needed as materials to reduce cement use. In addition, additives such as superplasticizers can be used to reduce the use of cement and water in the concrete mixture using water reducing admixtures so that the resulting concrete will be thinner than concrete made without superplasticizers, this will increase the workability of the concrete. Sikament LN superplasticizer can be used to reduce cement content by up to 10% without reducing the workability performance and compressive strength of concrete. The research method used in this study is experimental. The study was conducted on a concrete mixture with a water-cement ratio of 0.5. Made by adding slaked lime and calcium carbonate as fillers which are known to increase concrete workability, in this study it was used with levels of 5% and 10% of the weight of cement. From the test results, the highest concrete compressive strength of 23.70 MPa was found in a mixture of 1% superplasticizer and the compressive strength of normal concrete was 23.27 MPa. In a mixture of slaked lime with a content of 5% and 10%, the compressive strength was obtained at 22.93 MPa and 22.65 MPa. While concrete with calcium carbonate filler with a content of 5% and 10% produced a compressive strength of 22.27 MPa and 22.62 MPa. The results of the study showed that the compressive strength value of concrete with a mixture of 1% superplasticizer with water and cement has been reduced to produce a higher value compared to normal concrete. While the addition of slaked lime and calcium carbonate fillers decreased the compressive strength value against normal concrete.

Keyword : Concrete, Slaked Lime, Calcium Carbonate, Water Reduced, Superplasticizer

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Definisi Beton.....	6
2.2 Sifat - Sifat Beton.....	6
2.3 Bahan Penyusun Beton.....	7
2.4 <i>Superplastisizier</i>	10
2.5 <i>Filler</i> (Bahan Pengisi)	11
2.6 Kapur Padam	11
2.7 Kalsium Karbonat.....	12
2.8 Pengujian Beton	12
2.8.1 Uji Slump	12
2.8.2 Uji Kuat Tekan.....	13
2.9 Penelitian Terdahulu.....	15
2.10 Hipotesa Penelitian.....	17
BAB III	18
METODE PENELITIAN	18

3.1	Lokasi Penelitian	18
3.2	Tahapan Penelitian	18
3.3	Diagram Alir.....	19
3.4	Pemeriksaan Agregat.....	20
3.4.1	Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar	20
3.4.2	Pengujian Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan	20
3.4.3	Pengujian Pemeriksaan Berat Isi Agregat.....	21
3.5	Konsistensi Mortar	22
3.6	Mix Design.....	23
3.7	Penentuan Proporsi Campuran Setiap Variasi.....	27
3.8	Pemeriksaan Slump	32
3.9	Pengujian Kuat Tekan Beton.....	32
3.10	Analisis Data	33
BAB IV	34
HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1	Hasil Uji Bahan	34
4.1.1	Uji Saringan Agregat Halus	34
4.1.2	Uji Saringan Agregat Kasar	36
4.1.3	Uji Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	38
4.1.4	Uji Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	38
4.1.5	Uji Berat Isi Agregat	39
4.2	Konsistensi Mortar	40
4.3	Perencanaan Mix Design Beton (ACI 211.1-91)	41
4.4	Hasil Uji Slump	43
4.5	Hasil Kuat Tekan.....	44
4.5.1	Kuat Tekan Beton Normal dan Kuat Tekan Beton 1% SP	44
4.5.2	Kuat Tekan Beton Campuran SP + Kapur Padam	45
4.5.3	Kuat Tekan Beton Campuran SP + Kalsium Karbonat.....	47
BAB V	51
PENUTUP	51
5.1	Kesimpulan.....	51
5.2	Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN	56

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Kimis Semen Portland	8
Tabel 3.1 Nilai Slump Berbagai Jenis Kontruksi	23
Tabel 3.2 Kebutuhan Volume Air per m ³ Beton	24
Tabel 3.3 Faktor Air Semen Berdasarkan Kuat Tekan.....	24
Tabel 3.4 Volume Agregat Kasar per Satuan Volume Beton	25
Tabel 3.5 Perkiraan Awal Berat Beton.....	26
Tabel 3.6 Proporsi Campuran Normal per m ³	27
Tabel 3.7 Proporsi Campuran Beton superplastisizer sikament LN 1% per m ³ ...	28
Tabel 3.8 Proporsi Campuran SP 1% + Kapur Padam 5% per m ³	28
Tabel 3.9 Proporsi Campuran SP 1% + Kapur Padam 10% per m ³	29
Tabel 3.10 Proporsi Campuran SP 1% + Kalsium Karbonat 5% per m ³	30
Tabel 3.11 Proporsi Campuran SP 1% + Kalsium Karbonat 10% per m ³	31
Tabel 3.12 Proporsi Campuran setiap variasi per m ³	31
Tabel 3.13 Proporsi Campuran per benda uji	31
Tabel 4.1 Nilai Pemeriksaan Saringan Agregat Halus	34
Tabel 4.2 Ukuran Fraksi Halus.....	35
Tabel 4.3 Komposisi Uji Lolos Saringan Agregat Kasar	36
Tabel 4.4 Ukuran Fraksi Kasar.....	37
Tabel 4.5 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Daya Serap Agregat Halus.....	38
Tabel 4.6 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Daya Serap Agregat Kasar.....	39
Tabel 4.7 Uji Berat Isi Lepas.....	40
Tabel 4.8 Uji Berat Isi Padat (cara penusukan).....	40
Tabel 4.9 Proporsi campuran mortar	41
Tabel 4.10 Data Hasil Pengujian Konsistensi Mortar	41
Tabel 4.11 Hasil Perencanaan Mix Design	42
Tabel 4.12 Proporsi Variasi Campuran Beton per m ³	42
Tabel 4.13 Proporsi Variasi Campuran Beton per Benda Uji	42
Tabel 4.14 Nilai Slump	43
Tabel 4.15 Hasil Kuat Tekan Beton Normal dan Superplasticizer	44
Tabel 4.16 Nilai Kuat Tekan Beton dengan 1% Superplasticizer + 5% Kapur Padam.....	45

Tabel 4.17 Nilai Kuat Tekan Beton dengan 1% Superplasticizer + 10% Kapur Padam.....	46
Tabel 4.18 Nilai Kuat Tekan Beton dengan 1% Superplasticizer + 5% Kalsium Karbonat.....	47
Tabel 4.19 Nilai Kuat Tekan Beton dengan 1% Superplasticizer + 10% Kalsium Karbonat.....	48
Tabel 4.20 Nilai Rata-rata Kuat Tekan Beton.....	49



DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 Hasil Gradasi Agregat Halus	35
Gambar 4.2 Grafik Butiran Agregat Kasar.....	37
Gambar 4.3 Diagram Hasil Pengujian Slump	43
Gambar 4.4 Hasil Kuat Tekan Beton Normal dan SP	45
Gambar 4.5 Nilai Kuat Tekan Beton Normal dan SP + Kapur Padam	47
Gambar 4.6 Nilai Kuat Tekan Beton Normal dan SP + Kalsium Karbonat.....	48
Gambar 4.7 Hasil Rata-rata Kuat Tekan Beton Umur 7 hari dan 28 hari	49



DAFTAR PUSTAKA

- Alsadey, S., & Mohamed, S. (2020). Evaluation of the superplasticizer effect on the workability and strength of concrete. In *International Journal of Engineering & Technology* (Vol. 9, Issue 1). www.sciencepubco.com/index.php/IJET
- Ardiansyah, P. P., Cahyani, R. A. T., & Rusdianto, Y. (2024). Optimalisasi Penggunaan Superplastisizer dan Reduksi Air untuk Peningkatan Kinerja Beton. *Jurnal Media Teknik Sipil*, 22(1), 31–38. <https://doi.org/10.22219/jmts.v22i1.32730>
- Arizki, R., Sari, I., Wallah, S. E., & Windah, R. S. (2015). PENGARUH JUMLAH SEMEN DAN FAS TERHADAP KUAT TEKAN BETON DENGAN AGREGAT YANG BERASAL DARI SUNGAI. *Jurnal Sipil Statik*, 3(1), 68–76.
- Arıoğlu Akan, M. O., Dhavale, D. G., & Sarkis, J. (2017). Greenhouse gas emissions in the construction industry: An analysis and evaluation of a concrete supply chain. *Journal of Cleaner Production*, 167, 1195–1207. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.225>
- Armeyn, O. ., & Gusrianto, R. (2016). PENGARUH PENAMBAHAN BATU KAPUR PADAT SEBAGAI AGREGAT HALUS PADA KUAT TEKAN BETON NORMAL. *Jurnal Teknik Sipil ITP*, 3(2).
- Camiletti, J., Soliman, A. M., & Nehdi, M. L. (2013). Effect of nano-calcium carbonate on early-age properties of ultrahigh-performance concrete. *Magazine of Concrete Research*, 65(5), 297–307. <https://doi.org/10.1680/macr.12.00015>
- Cao, M., Ming, X., He, K., Li, L., & Shen, S. (2019). Effect of macro-, micro- and nano-calcium carbonate on properties of cementitious composites-A review. In *Materials* (Vol. 12, Issue 5). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ma12050781>
- Fan, C., & Miller, S. A. (2018). Reducing greenhouse gas emissions for prescribed concrete compressive strength. *Construction and Building Materials*, 167, 918–928. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.02.092>
- Flatt, R. J., Houst, Y. F., Oesch, R., Bowen, P., Hofmann, H., Widmer, J., Sulser, U., Maeder, U., & Bürge, T. A. (1998). Analysis of superplasticizers used in concrete. *Analisis*, 26(2). <https://doi.org/10.1051/analisis:199826020028>
- Gusti, I., Sudika, M., Astariani, N. K., Gede, I., & Kanca, S. (2017). PENGARUH PENAMBAHAN ADMIXTURE ADHESIVE MANUFACTURER 78 (AM 78) TERHADAP KUAT TEKAN BETON. *Jurusan Teknik Gradien*, 9(2), 1–12.
- Irlan, A. O., Kurniawati, G., & Sofyan, M. (2020). Tinjauan Karakteristik Bahan Penyusun Beton Berpori dengan Penggunaan Flyash dan Superplasticizer untuk Perkerasan Jalan Ramah Lingkungan. *Kilat*, 9, 224–256.
- Jong, E. P. I., Arifi, E., & Waluyohadi, I. (2018). PENGARUH PENGGUNAAN SUPERPLASTICIZER TERHADAP KUAT TEKAN BETON POROUS YANG MENGGUNAKAN RCA (RECYCLE COARSE AGGREGATE) (*The Effect of*

Superplasticizer on Compression Strength of Porous Concrete Using Recycle Coarse Agregat (RCA).

- Kapelko, A. (2006). The possibility of adjusting concrete mixtures' fluidity by means of superplasticizer SNF. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 6(3), 37–53. [https://doi.org/10.1016/S1644-9665\(12\)60240-4](https://doi.org/10.1016/S1644-9665(12)60240-4)
- Kumar, N. S., Sree Kumar, G., Thirupathamma, M., Sasikala, D., & Sarada, R. L. (2017). Replacement of Cement by Lime Powder. *International Journal & Magazine of Engineering, Technology, Management and Research*, 4(4), 180–192.
- Kurniawan, M. F., Mulyono, T., & Daryati. (2020). STUDI PENAMBAHAN SUPEPRPLASTCIZER PADA KUAT TEKAN BETON DENGAN VARIASI FAS 0,4 – 0,5 MENGGUNAKAN AGREGAT KASAR YANG DI PECAH (SPLIT). *Menara: Jurnal Teknik Sipil*, 15(2), 58–65. <https://doi.org/10.21009/jmenara.v1i1.14157>
- Lisantono, A., & Purnandani, Y. (2010). *PENGARUH PENAMBAHAN KAPUR PADAM TERHADAP KUAT TEKAN DAN MODULUS ELASTISITAS BETON GEOPOLYMER.*
- O'Looney, D., & Pavia, S. (2014). A Study of the Functionality of Hydrated Lime as an Admixture. *Journal of Materials Science Research*, 4(1). <https://doi.org/10.5539/jmsr.v4n1p1>
- Papayianni, I., Tsohos, G., Oikonomou, N., & Mavria, P. (2005). Influence of superplasticizer type and mix design parameters on the performance of them in concrete mixtures. *Cement and Concrete Composites*, 27(2), 217–222. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2004.02.010>
- Persson, B. (2001). *A comparison between mechanical properties of self-compacting concrete and the corresponding properties of normal concrete.*
- Proske, T., Hainer, S., Rezvani, M., & Graubner, C. A. (2013). Eco-friendly concretes with reduced water and cement contents - Mix design principles and laboratory tests. *Cement and Concrete Research*, 51, 38–46. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2013.04.011>
- Rahmat, Hendriyani, I., & Syaiful Anwar, M. (2016). ANALISIS KUAT TEKAN BETON DENGAN BAHAN TAMBAH REDUCED WATER DAN ACCELERATED ADMIXTURE. *INFO TEKNIK*, 17(2), 1–14.
- Ramezaniapour, A. A., Ghiasvand, E., Nickseresht, I., Mahdikhani, M., & Moodi, F. (2009). Influence of various amounts of limestone powder on performance of Portland limestone cement concretes. *Cement and Concrete Composites*, 31(10), 715–720. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2009.08.003>
- Sofian, A., & Bayu Ramadhan, A. (2019). ANALISIS PENGARUH CAMPURAN FLY ASH, SIKAMENT NN DAN SERBUK CaCO₃ PADA BETON TERHADAP

NILAI KUAT TEKAN AWAL BETON. *Jurnal Proyek Teknik Sipil*, 2(2), 31–41.
<https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/potensi>

Supit, S. W. M., & Shaikh, F. U. A. (2014). Effect of Nano-CaCO₃ on compressive strength development of high volume fly ash mortars and concretes. *Journal of Advanced Concrete Technology*, 12(6), 178–186.
<https://doi.org/10.3151/jact.12.178>

Wang, J. J., Wang, Y. F., Sun, Y. W., Tingley, D. D., & Zhang, Y. R. (2017). Life cycle sustainability assessment of fly ash concrete structures. In *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (Vol. 80, pp. 1162–1174). Elsevier Ltd.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.232>

Wang, J., & Liu, E. (2019). *Additions of different calcium carbonate minerals in cement to increase material greenness*.
<https://www.researchgate.net/publication/362385388>





SURAT KETERANGAN LOLOS PLAGIASI

Mahasiswa/i atas nama,

Nama : Ahmad Zainil Cahyadi

NIM : 201910340311074

Telah dinyatakan memenuhi standar maksimum plagiasi dengan hasil,

BAB 1	8	%	≤ 10%
BAB 2	11	%	≤ 25%
BAB 3	20	%	≤ 35%
BAB 4	12	%	≤ 15%
BAB 5	2	%	≤ 5%
Naskah Publikasi	14	%	≤ 20%

Malang, 2 Februari 2025

Sandi Wahyudiono, ST., MT