

**RANCANG BANGUN ALAT PEMBACA UJI KOMPRESI BETON
DAN MORTAR OTOMATIS BERBASIS ARDUINO**

SKRIPSI

**JATNIKA
20200110012**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK, KOMPUTER, DAN DESAIN
SUKABUMI
FEBRUARI 2023**

**RANCANG BANGUN ALAT PEMBACA UJI KOMPRESI BETON DAN
MORTAR OTOMATIS BERBASIS ARDUINO**

SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Dalam Menempuh
Gelar Sarjana Teknik Mesin*

JATNIKA

20200110012



FAKULTAS TEKNIK, KOMPUTER, DAN DESAIN

SUKABUMI

FEBRUARI 2023

PERNYATAAN PENULIS

JUDUL : RANCANG BANGUN ALAT PEMBACA UJI KOMPRESI BETON DAN
MORTAR OTOMATIS BERBASIS ARDUINO

NAMA : JATNIKA

NIM 20200110012

Saya menyatakan dan bertanggungjawab dengan sebenarnya bahwa Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali cuplikan dan ringkasan yang masing-masing telah saya jelaskan sumbernya. Jika pada waktu selanjutnya ada pihak lain yang mengklaim bahwa Skripsi ini sebagai karyanya, yang disertai dengan bukti-bukti yang cukup, maka saya bersedia untuk dibatalkan gelar Sarjana Teknik saya beserta segala hak dan kewajiban yang melekat pada gelar tersebut.



Sukabumi, 18 Februari 2023

JATNIKA

Matrai

PENGESAHAN SKRIPSI

JUDUL : RANCANG BANGUN ALAT PEMBACA UJI KOMPRESI BETON
DAN MORTAR OTOMATIS BERBASIS ARDUINO

NAMA : JATNIKA

NIM 20200110012

Skripsi ini telah diujikan dan dipertahankan di depan Dewan Penguji pada Sidang Skripsi tanggal 05 Februari 2023 Menurut pandangan kami, Skripsi ini memadai dari segi kualitas untuk tujuan penganugerahan gelar Sarjana Teknik Mesin.

Sukabumi, 27 Februari 2023

Pembimbing



Ketua Penguji

Ketua Program Studi Teknik Mesin

Fabrobi Fazlur Ridha, MT
NIDN. 0406029002

Lazuardi Akmal Islami, S.Si., M.Si
NIDN. 0415039402

Dekan Fakultas Teknik, Komputer, dan Desain

Ir. Paikun, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng.
NIDN. 0402037401

ABSTRAK

Dalam proses pembangunan, perhitungan kekuatan beton dan mortar sangat lah penting untuk menghindari resiko dari kecelakaan pada bagunan yang gagal struktur beton. Beton dan mortar dengan mutu yang baik pun tetap dilakukan pengujian terhadap kekuatannya agar sesuai dengan standarisasi nasional yang sudah ditentukan. Beton dan mortar adalah suatu elemen dalam konstruksi yang merupakan struktur sederhana yang dibentuk oleh campuran semen, air, agregat halus, agregat kasar yang terdiri dari batu pecah atau kerikil, serta bahan campuran lainnya.. Beton biasanya diaplikasikan pada pondasi, kolom, balok, plat lantai, gorong-gorong, bendung, dan bendungan. Terciptanya alat uji kuat tekan beton dengan system otomatisasi berbasis mikrokontroler, design alat control mesin kuat tekan beton yang efektif dan sederhana, dapat menguji tingkat kekerasan benda uji beton yang baik sesuai SNI yang berlaku di teknik sipil. Untuk Pengujian Kekuatan kuat tekan beton adalah dengan gaya maksimum per satuan luas yang bekerja pada benda uji beton. pengujian kuat tekan beton dilakukan berdasarkan SNI 03-6882. Alat uji kuat tekan beton berbasis mikrokontroler arduino uno dirancang khusus untuk pengujian beton dan mortar, perancangan alat ini di design tidak terlalu rumit dan pengoprasiannya tidak memerlukan keahlian khusus dan kompenen – kompenen dapat dengan mudah di temukan dipasaran sehingga dalam pembuatan dan penggantian suku cadang dapat dilakukan dengan mudah.

Kata kunci : Beton Dan Mortar, Alat Uji Kuat Tekan, SNI

ABSTRACT

In the construction process, the calculation of the strength of concrete and mortar is very important to avoid realko from accidents in buildings that fail. Concrete and mortar structures with good quality are still being tested for strength so that they are sexual with predetermined national standards. Concrete and mortar are elements in construction which are simple structures formed by a mixture of cement, water, fine aggregate, coarse aggregate consisting of crushed stone or gravel, and other mixed materials. Concrete is usually applied to foundations, columns, slab beams, culverts, weirs and dams. The creation of a concrete compressive strength test tool with an automation system based on a microcontroller, the design of an effective and simple concrete compressive strength machine control device, can test the hardness level of a concrete test object. both in accordance with applicable SNI in civil engineering. For Testing the Compressive Strength of concrete is the maximum force per unit area acting on concrete specimens. Concrete compressive strength testing is carried out based on SNI 03-6882. The Arduino Uno microcontroller-based concrete compressive strength test tool is specifically designed for concrete and mortar testing. not too complicated and the operation does not require special skills and components can be easily found in the market so that the manufacture and replacement of spare parts can be done easily.

Keywords: Concrete and Mortar, Compressive Strength Test Equipment, SNI

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan ke hadirat Allah SWT, berkat rahmat dan karunia-Nya akhirnya penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan judul “RANCANG BANGUN ALAT PEMBACA UJI KOMPRESI BETON DAN MORTAR OTOMATIS BERBASIS ARDUINO”.

Sehubungan dengan itu penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Rektor Universitas Nusa Putra Sukabumi Bapak Dr. Kurniawan, S.T.
2. Wakil Rektor I Bidang Akademik Universitas Nusa Putra Sukabumi Bapak Anggy Pradiftha Junfithrana, M.T.
3. Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Nusa Putra Sukabumi Bapak Lazuardi Akmal Islami, S.Si, M.Si.
4. Dosen Pembimbing Universitas Nusa Putra Sukabumi Bapak Mukhlis Ali, S.T, M.T.
5. Ketua Dosen Penguji Bapak Fabroby Fozlur Ridha, M.T.
6. Para Dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas Nusa Putra Sukabumi.
7. Orang tua dan keluarga serta istri tercinta dan anak-anak yang telah memberikan cinta, kasih, dukungan, dan doa restu yang diberikan kepada penulis selama penyusunan skripsi hingga selesai.
8. Pihak terkait yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak sangat kami harapkan demi perbaikan. Amin Yaa Rabbal’Alamiin.

Sukabumi, 18 Februari 2023



Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik UNIVERSITAS NUSA PUTRA, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : JATNIKA
NIM : 20200110012
Program Studi : Teknik Mesin
Jenis karya : Skripsi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nusa Putra **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

RANCANG BANGUN ALAT PEMASAKAN UJI KOMPRESI BETON DAN MORTAR OTOMATIS BERBASIS ARDUINO, beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Nusa Putra berhak menyimpan, mengalihmedia/formal-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Sukabumi
Pada tanggal : 18 Februsri 2023

Yang menyatakan



JATNIKA

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN PENULIS	ii
PENGESAHAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I	13
PENDAHULUAN.....	13
1.1. Latar Belakang Riset.....	13
1.2. Rumusan Masalah Riset.....	14
1.3. Tujuan Riset	15
1.4. Batasan Masalah	15
1.5. Sistematika Penulisan	15
BAB II.....	17
LANDASAN TEORI	17
2.1. Beton	17
2.2. Beban Pada Struktur Beton Dan Mortar	17
2.3. Proses Pengujian Benda Uji Beton Dan Mortar.....	18
2.4. Prinsip Kerja Mesin Kuat Tekan Beton Dan Mortar	19
2.5. Konsep Perancangan	20
2.6. Konsep dan Rancangan	21
2.7. Pengujian Benda Uji Beton.....	25
2.8. Ketelitian	27



BAB III.....	29
PERANCANGAN.....	29
3.1. Metode Perancangan	29
3.2. Blok Diagram Sistem.....	29
3.3. Pengujian Sistem Kontrol Arduino Uno	30
3.4. Pengujian Sistem Arduino Uno Dengan LCD	30
3.5. Pengujian Rangkaian Sensor Tekanan Fluida Cair.....	31
3.6. Pengujian Alat Secara Keseluruhan	31
3.7. Rangkaian Mikrokontroler Arduino Uno Dan Mesin Kuat Tekan Beton	32
3.8. Metode Pengujian.....	33
3.9. Waktu Dan Tempat	34
3.10. Analisa Pengujian.....	34
3.11. Pelaksanaan Kuesioner.....	34
BAB IV	35
PENGUJIAN ALAT DAN PEMBAHASAN	35
4.1. Tujuan Pengujian	35
4.2. Hasil Pengujian Sensor Tekanan	35
4.3. Hasil Pengujian LCD	36
4.4. Hasil Pengujian Arduino Uno	36
4.5. Hasil Pengujian Alat Uji Kuat Tekan Beton Dan Mortar	37
4.6. Hasil Pengujian dan Analisis Data.....	41
BAB V.....	43
PENUTUP	43
5.1. Kesimpulan	43
5.2. Saran	43
DAFTAR PUSTAKA.....	44
LAMPIRAN	46
Lampiran 1	47
Gambar Rangkaian Sistem Control Pada Mesin Kuat Tekan	47



Lampiran 2	52
Dokumentasi Penelitian.....	52
Lampiran 3	57
Kuesioner Kepuasan Pengguna Alat	57
Lampiran 4	64
Peta Lokasi Pengujian	64
Lampiran 5	66
Riwayat Hidup.....	66



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 (a) Benda Uji Beton Kubus, (b) Benda Uji Beton Silinder Dan (c) Benda Uji Mortar.....	19
Gambar 2. 2 (a) Sistem Kerja Hidrolik (b) Sistem Sensor Tekanan [6].....	20
Gambar 2. 3 Rangkaian Arduino Uno[8]	22
Gambar 2. 4 LCD	24
Gambar 2. 5 Sensor Tekanan Hidrolik HK 1100 C[10].....	25
Gambar 3. 1 Diagram Blok Sistem	29
Gambar 3. 2 Pengujian Sistem Arduino Uno	30
Gambar 3. 3 Pengujian Sistem Arduino Uno Dengan LCD.....	30
Gambar 3. 4 Pengujian Rangkaian Sensor Tekanan Fluida Cair	31
Gambar 3. 5 Pengujian Alat Secara Keseluruhan.....	32
Gambar 3. 6 Rangkaian Ardiuno Uno.....	33
Gambar 3. 7 Pengujian Beton[12]	27
Gambar 4. 1 (a) Pemasangan Sensor Tekanan Dan (b) Pengujian Sensor Dengan Arus 5V	35
Gambar 4. 2 (a) Tampilan Pada PC Dan (b) Tampilan LCD	36
Gambar 4. 3 Pengujian Arduino Uno.....	37
Gambar 4. 4 (a) Benda Uji Beton Yang Rusak Dan (b) Benda Uji Beton Yang Bagus	39
Gambar 4. 5 (a) Benda Uji Mortar Yang Rusak Dan (b) Benda Uji Mortar Yang Bagus	40
Gambar 4. 6 (a) Pengujian Alat Baca Manual Dan (b) Pengujian Alat Baca Digital	40



DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Pengujian Kuat Tekan Beton.....	38
Tabel 4. 2 Pengujian Kuat Tekan Mortar	39
Tabel 4. 3 Rangkuman Hasil Kuesioner.....	41



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Riset

Pembangunan infrastruktur di Indonesia sampai saat ini sebagian besar menggunakan beton sebagai bahan konstruksi. Beton biasanya diaplikasikan pada pondasi, kolom, balok, plat lantai, gorong-gorong, bendung, dan bendungan. Secara umum beton tersusun dari semen, agregat halus, agregat kasar, dan air serta dapat dicampurkan bahan tambah yang mampu meningkatkan kinerja dan mutu beton.

Dalam proses pembangunan, menghitung kekuatan beton sangat penting guna menjauhkan dari kecelakaan pada bangunan yang gagal struktur beton. Beton dengan mutu yang baik pun tetap di uji kekuatannya agar sesuai dengan standarisasi nasional yang sudah ditentukan.

Mengingat pentingnya beton sebagai bagian dari konstruksi yang memikul beban, maka penggunaan beton harus sesuai dengan standar spesifikasi SNI 03-6882. Standar spesifikasi beton mengacu pada kuat tekannya, yaitu kemampuan beton dalam menerima beban. kekuatan tekan beton dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain faktor air semen dan kepadatan, jenis semen, jumlah semen, sifat agregat dan juga umur beton.[1] untuk tingkat kekerasan beton terbagi dari beberapa jenis yaitu :

1. K – 50 Biasa di pakai peruntukan plesteran atau biasa di sebut mortar
2. K – 125 Biasa di pakai untuk jalan lingkungan
3. K – 175 Biasa di pakai untuk jalan perdesaan
4. K – 225 Biasa di pakai untuk struktur bangunan
5. K – 250 Biasa di pakai untuk jalan kabupaten
6. K – 350 Biasa di pakai untuk jalan kabupaten dan provinsi

Beton adalah campuran dari agregat halus dan agregat kasar yaitu batu pecah atau kerikil dengan semen yang disatukan oleh air dengan perbandingan tertentu. Beton bersifat komposit. [2]

Selain beton ada juga mortar atau biasa disebut K-50 yang tingkat kekerasannya di bawah beton, mortar adalah adukan yang terdiri dari agregat halus (pasir), bahan perekat (tanah liat, kapur, semen portland) dan air. Fungsi mortar adalah sebagai pengikat bagian penyusun suatu konstruksi baik yang bersifat struktural maupun non struktural. Penggunaan mortar untuk konstruksi yang bersifat struktural misalnya mortar pasangan batu belah untuk struktur pondasi, sedangkan yang bersifat non struktural misalnya mortar pasangan batu bata untuk dinding pengisi.

Tujuan di lakukannya uji test beton supaya tidak ada kegagalan struktur beton pada bangunan. Pengujian ini di lakukan dengan beton yang masih segar (*fresh concrete*) yang mewakili campuran beton. Kuat tekan beton dan mortar adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton dan mortar hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin uji tekan. Untuk melaksanakan pengujian kuat tekan beton dan mortar harus diikuti beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Letakan beton pada mesin
2. Jalankan mesin dan di tambah beban dengan perlahan-lahan
3. Kemudia lakukan penekanan sampe titik di mana beton tersebut hancur
4. Catat pecahan tersebut agar bisa di hitung kekuatannya.[3]

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan di lihat dari alat sebelumnya kebanyakan mesin kuat tekan masih menggunakan alat baca manometer atau alat baca manual yang tingkat ketelitiannya masih kurang dan cara membaca hasil ujinya masih aga sulit dibandingkan dengan alat baca yang menggunakan system control dan tampilan analog, mengingat untuk harga mesin kuat tekan yang otomatis terus alat bacanya yang mengunakan digital harganya yang cukup mahal.

1.2. Rumusan Masalah Riset

1. Bagaimana merancang alat baca digital pada mesin kuat tekan manual beton dan mortar?
2. Bagaimana tingkat akurasi alat baca digital pada mesin kuat tekan?

1.3. Tujuan Riset

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan di atas, tujuan penelitian yaitu:

1. Membuat alat baca digital di mesin kuat tekan beton dan mortar dengan sistem otomatisasi berbasis mikrokontroler dengan harga jauh lebih murah, praktis, dan mudah pembacaannya dibandingkan dengan alat uji kuat tekan yang manual.
2. Dapat menguji tingkat kekerasan benda uji beton dan mortar yang baik sesuai SNI yang berlaku di teknik sipil.

1.4. Batasan Masalah

Pembatasan suatu masalah digunakan untuk menghindari adanya penyimpangan atau pelebaran pokok masalah agar penelitian menjadi lebih terarah dan memudahkan dalam pembahasan sehingga tujuan penelitian akan tercapai. Beberapa batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Modifikasi dibatasi pada masalah alat baca digital dan sistem kontrol pada mesin kuat tekan beton dan mortar.
2. Pengujian hasil modifikasi dibatasi pada pengujian penggunaan dan penilaian kepuasan pengguna alat.



1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika dari penyusunan skripsi ini terdiri dari beberapa bagian yang paling utama untuk diketahui yaitu sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tahapan awal penelitian yaitu dimulai dari latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab ini akan dipaparkan mengenai teori - teori yang berhubungan dengan permasalahan yang diteliti dan menjadi acuan konseptual.

BAB III PERANCANGAN

Pada bab ini akan dipaparkan mengenai pengujian komponen - komponen yang akan digunakan dalam perancangan ini.

BAB IV PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai proses pengujian serta hasil dan analisis hasil pengujian.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini akan dipaparkan kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan serta saran - saran yang dapat diterapkan dari hasil penelitian ini.



BAB V

PENUTUP

1.1. Kesimpulan

1. Mesin kuat tekan beton dan mortar dengan sistem otomatisasi berbasis mikrokontroler yang dibuat atau dirancang penulis harga jauh lebih murah, lebih praktis, dan lebih mudah pembacaannya dibandingkan dengan alat uji kuat tekan yang manual.
2. Dari hasil uji coba di dapat selisih angka antara alat baca manual dengan alat baca digital hasil kuat tekan sekitar 0,87 % bisa dikatakan hampir sama untuk standar SNI yang berlaku, karena ketelitian mesin penguji harus sesuai dengan persyaratan berikut:

Persentasi kesalahan pembebanan untuk penggunaan mesin tekan tidak boleh melampaui $\pm 1,0 \%$ dari beban yang ditunjukkan dalam rentang yang digunakan.

3. Rancangan alat baca digital pada mesin kuat tekan beton terdiri dari beberapa komponen yaitu mikrokontroler arduino uno, Digital LCD, sensor tekanan hidrolik yang dapat membaca hasil angkat kekerasan benda uji beton dengan tampilan grafik dan angka digital.
4. Dengan adanya alat baca digital pada mesin kuat tekan beton dan mortar ini dapat mempermudah pembacaan hasil uji tersebut. Pembacaan hasil uji kuat tekan beton dan mortar yang dirancang penulis bisa lebih praktis, sehingga orang awam dalam melakukan pengujian bisa dengan mudah.

1.2. Saran

Saran yang dapat penulis sampaikan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Agar alat ini dapat terjaga dengan baik dan tidak cepat rusak, maka alat ini harus diperhatikan perawatannya terutama pada bagian sensor hidrolik, karna bagian ini jika sering terkena debu pecahan dari benda uji akan cepat rusa
2. Mesin kuat tekan Beton dan mortar dengan alat baca digital ini diharapkan ke depannya bisa dikembangkan lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. T. Cahya, “carbon emission disclosure : ditinjau dari Media exposure, kinerja lingkungan dan karakteristik perusahaan,” *עלון הנדסה*, vol. 66, pp. 37–39, 2016.
- [2] F. Malau, “Penelitian Kuat Tekan dan Berat Jenis Mortar untuk Dinding Panel dengan Membandingkan Penggunaan Pasir Bangka dan Pasir Baturaja dengan Tambahan Foaming Agent dan Silica Fume,” *J. Tek. Sipil dan Lingkung.*, vol. 2, no. 2, p. PP.287-296, 2014.
- [3] sales@testingindonesia.com, “Menguji Kekuatan Beton dengan Mesin Uji Tekan (Universal Testing Machine),” *TESTING NDONESIA*.
<https://www.testingindonesia.com/menguji-kekuatan-beton-dengan-mesin-uji-tekan-universal-testing-machine-85> (accessed Jul. 30, 2021).
- [4] By Theroris, “GROUTING MASTER FLOW 810,” *THERORIS CIVIL ENGINEERING LAND & ROW*, 2012.
<https://theroris.wordpress.com/2012/07/09/grouting-master-flow-810/>.
- [5] R. F. H. M *et al.*, “Perancangan Rangka Mesin Press Hidrolik Kapasitas 50 Ton,” vol. 7, pp. 3–7, 1976.
- [6] HYDROPOWER, “Pengertian Pompa Hidrolik, Cara Kerja dan Kualitas Pompa,” *Hidrower The Art Of Total Service*.
<https://www.ciptahydropower.com/pompa-hidrolik/> (accessed Jul. 15, 2021).
- [7] A. Wicaksana, “濟無No Title No Title No Title,” *Https://Medium.Com/*, pp. 3–15, 2016, [Online]. Available:
<https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>.
- [8] Admin, “cara kerja mesin press hidrolik,” *INFO-ELEKTRO*, 2014.
<http://www.info-elektro.com/2014/01/cara-kerja-mesin-pres-hidrolik.html?m=1> (accessed Jul. 31, 2021).
- [9] Angga, “Pengertian Lcd, Kelebihan dan Kekurangan LCD,” *SKEMAKU.COM*, 2015. <https://skemaku.com/pengertian-lcd-kelebihan-dan-kekurangan-lcd/> (accessed Aug. 19, 2021).

- [10] Admin Pelapak, “Sensor Tekanan Air Hidrolik HK1100C,” *BUKALAPAK*.
<https://www.bukalapak.com/p/elektronik/komponen-elektronik/7liba7-jual-sensor-tekanan-air-hidrolik-hk1100c> (accessed Aug. 19, 2021).
- [11] L. T. Akhir, “PERHITUNGAN KUAT TEKAN RATA-RATA DAN KUAT Kuat Tekan Kubus dengan Faktor Air Semen 0 . 4 Umur 28 Hari,” pp. 1–21.
- [12] P. S. Martin Hutagalung, Yanuar Setiawan Han Ay Lie*) and Jurusan, “Kata Kunci :,” 2000, [Online]. Available: [file:///D:/RISET/JURNAL REFERENSI/107082-ID-pengaruh-bentuk-dan-konfigurasi-agregat.pdf](file:///D:/RISET/JURNAL%20REFERENSI/107082-ID-pengaruh-bentuk-dan-konfigurasi-agregat.pdf).
- [13] S. 1974-2011, “SNI 1974-2011 Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder,” *Badan Stand. Nas. Indones.*, p. 20, 2011.
- [14] K. Noeleke, “Kuat Tekan Beton Dan Mortar Menggunakan Pasir Kali Noeleke,” *J. Tek. Sipil*, vol. 7, no. 1, pp. 37–44, 2018, [Online]. Available: <https://media.neliti.com/media/publications/140034-ID-pengujian-kuat-tekan-mortar-dan-beton-ri.pdf>.

