

TUGAS AKHIR
STUDI EKSPERIMENTAL PENGGUNAAN ABU CANGKANG
TELUR SEBAGAI SUBSTITUSI SEBAGIAN SEMEN
TERHADAP KUAT TEKAN BETON



RAYMON ALFONSIUS
(218213022)

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA TORAJA
RANTEPAO
2024

ABSTRAK

STUDI EKSPERIMENTAL PENGGUNAAN ABU CANGKANG TELUR SEBAGAI SUBSTITUSI SEBAGIAN SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN BETON

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui bagaimana pengaruh penggunaan silica gel dan abu cangkang telur terhadap kuat tekan beton. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dengan melakukan serangkaian pengujian di laboratorium. Perencanaan campuran beton berdasarkan SNI 03-2834-2000. Benda uji yang digunakan ialah benda uji silinder dengan ukuran 15cm x 30cm dengan penggunaan silica gel 2% serta abu cangkang telur sebesar 2%, 4%, dan 6%.

Beton adalah bahan struktur bangunan yang sudah sangat mendunia sehingga tidak sulit bagi kita untuk menemukan keberadaan beton. Bahkan hampir disetiap tempat kita akan menemukan bangunan ataupun jalan yang terbuat dari beton. Beton merupakan konstruksi yang mempunyai banyak kelebihan antara lain, kuat menahan gaya tekan, tahan terhadap perubahan cuaca, lebih tahan terhadap suhu tinggi, mudah dibentuk sesuai kebutuhan dan mudah dikerjakan dengan cara mencampur semen, agregat, air, dan bahan tambahan lain bila diperlukan. Pada zaman sekarang ini, berbagai cara dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas beton, seperti memberikan bahan tambah, atau juga dengan menggunakan bahan pengganti seperti berbagai jenis hasil alam ataupun limbah. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas beton, dan juga memanfaatkan bahan-bahan alami atau juga memanfaatkan limbah untuk mengurangi jumlah limbah yang ada di lingkungan sekitar kita. Cangkang telur unggas umumnya terbuat dari kalsium karbonat yang dapat larut dalam asam dan melepaskan karbon dioksida. Menurut Stadelman dan Cotteril (1973), komposisi cangkang telur terdiri dari kalsium karbonat sebesar 98,2%, magnesium sebesar 0,9%, dan fosfor sebesar 0,9%. Sedangkan menurut Butcher dan Miles (1990), rerata dari cangkang telur mengandung 3% fosfor dan 3% terdiri atas magnesium, kalium, natrium, seng, mangan, besi, dan tembaga. Dalam penelitian ini, penulis memanfaatkan limbah cangkang telur sebagai substitusi sebagian semen pada campuran beton guna mengurangi limbah cangkang telur. Penulis juga menggunakan bahan tambah silica gel, yang merupakan senyawa kimia yang memiliki kapasitas penyerapan yang tinggi, yang dapat mempercepat proses pengeringan beton, dan tentunya akan berpengaruh juga pada kuat tekan beton.

Berdasarkan data-data yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan oleh penulis maka dapat disimpulkan bahwa pada umur beton 28 hari dengan penambahan silica gel 2% serta abu cangkang telur sebesar 2% dan 4% kuat tekan beton mengalami peningkatan jika dibandingkan dengan kuat tekan beton normal. Peningkatan maksimal terjadi pada variasi penggunaan 2% silica gel dan 4% abu cangkang telur, yaitu meningkat sebesar 12,49 % dari kuat tekan beton normal.

Kata kunci : silica gel, abu cangkang telur, kuat tekan

EXPERIMENTAL STUDY OF THE USE OF EGG SHELL ASH AS A PARTIAL SUBSTITUTION OF CEMENT ON THE COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE

The aim of this research is to find out how the use of silica gel and eggshell ash affects the compressive strength of concrete. The method used in this research is an experimental method by carrying out a series of tests in the laboratory. Concrete mix planning based on SNI 03-2834-2000. The test object used was a cylindrical test object measuring 15cm x 30cm using 2% silica gel and 2%, 4% and 6% eggshell ash.

Concrete is a building structural material that is so worldwide that it is not difficult for us to find concrete. In fact, almost everywhere we will find buildings or roads made of concrete. Concrete is a construction that has many advantages, including being strong to withstand compressive forces, resistant to weather changes, more resistant to high temperatures, easy to shape according to needs and easy to work with by mixing cement, aggregate, water and other additional materials if needed. In this day and age, various methods are used with the aim of improving the quality of concrete, such as adding additional materials, or also using substitute materials such as various types of natural products or waste. This is done with the aim of improving the quality of concrete, and also utilizing natural materials or also utilizing waste to reduce the amount of waste in the environment around us. Poultry egg shells are generally made of calcium carbonate which can dissolve in acid and release carbon dioxide. According to Stadelman and Cotterill (1973), the composition of egg shells consists of 98.2% calcium carbonate, 0.9% magnesium, and 0.9% phosphorus. Meanwhile, according to Butcher and Miles (1990), the average egg shell contains 3% phosphorus and 3% consists of magnesium, potassium, sodium, zinc, manganese, iron and copper. In this research, the author uses egg shell waste as a partial substitute for cement in the concrete mixture to reduce egg shell waste. The author also uses silica gel as an additive, which is a chemical compound that has a high absorption capacity, which can speed up the concrete drying process, and of course will also have an effect on the compressive strength of the concrete.

Based on data obtained from research conducted by the author, it can be concluded that at 28 days concrete age with the addition of 2% silica gel and 2% and 4% egg shell ash, the compressive strength of the concrete has increased compared to the compressive strength of normal concrete. The maximum increase occurred in the variation of using 2% silica gel and 4% eggshell ash, which was an increase of 12.49% from the compressive strength of normal concrete.

Key words: *silica gel, eggshell ash, compressive strength*

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan yang Maha Esa, oleh karena kasih dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyusun Tugas Akhir ini dengan baik sebagai persyaratan untuk menyelesaikan program pendidikan Sarjana Strata Satu pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia Toraja. Adapun judul penulisan ini adalah :

“STUDI EKSPERIMENTAL PENGGUNAAN ABU CANGKANG TELUR SEBAGAI SUBSTITUSI SEBAGIAN SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN BETON”.

Dalam penulisan Tugas Akhir ini penulis mendapatkan berbagai kendala, namun karena batuan dan dukungan dari berbagai pihak, baik dalam bentuk moril maupun dalam bentuk sehingga tugas akhir ini dapat selesai dengan baik. Untuk itu dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. **Dr. Oktavianus Pasoloran, S.E., M.Si., A.K., C.A.**, selaku Rektor Universitas Kristen Indonesia Toraja
2. **Dr. Yafet Bontong, S.T., M.T.**, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia Toraja.
3. **Dr. Ermitha Ambun R. Dendo, S.T., M.T.**, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Kristen Indonesia Toraja.
4. **Prof. Dr. Parea Rusan Rangan, S.T., M.T., CST., IPM.**, selaku pembimbing I yang telah meluangkan waktu dalam memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
5. **Ir. Israel Padang, S.T., M.T.**, selaku pembimbing II yang telah meluangkan waktu dan pikiran dalam memberikan bimbingan dan pengarahan demi terselesaikannya tugas akhir ini.
6. **Alm. Ir. M.L. Paembonan, M.T., dan Eka Priska Kombong, S.T., M. Eng.**, selaku dosen Penasehat Akademik yang telah memberikan nasehat mulai dari awal kuliah sampai pada selesainya tugas akhir

ini.

7. Semua **Dosen Penguji** yang telah meluangkan waktunya baik dalam seminar proposal, seminar hasil, maupun dalam ujian akhir.
8. **Harni Eirene Tarru, S.T., M.T.**, selaku Kepala Laboratorium Teknik Sipil Universitas Kristen Indonesia Toraja yang telah memberikan izin untuk penulis melaksanakan penelitian di laboratorium.
9. Segenap **Dosen** dan **staff pegawai** program studi Teknik Sipil Universitas Kristen Indonesia Toraja.
10. Istri tercinta (**Andra Vasquela Shaprilla Widyastriva, S.Pd**) yang selalu mendukung, mendampingi, dan membantu dalam setiap proses penyelesaian proses kuliah hingga terselesaikannya tugas akhir ini.
11. Anak-anak terkasih (**Azriel Tirta Tarukallo** dan **Adeline Joevanca Dhara Tarukallo**) yang senantiasa menjadi penyemangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
12. Orang Tua Terkasih (**Matius Sesa** dan **Damaris Wann** serta **Paris Tarukallo, S.H.**, dan **Serly, S. Pd.**) yang dengan penuh sabar dan tulus mendoakan serta mendukung baik moril dan materiil dari awal hingga akhir penulis dapat menyelesaikan tugas akhir
13. Kakak-kakakku ; **Kristin, Yahya, Risma**, dan **Andri** atas doa dan dukungannya.
14. **Lia Kombong Padang, S.T.**, selaku penanggungjawab Laboratorium yang telah memberi izin kepada penulis untuk melakukan rangkaian kegiatan penelitian di Laboratorium dari awal penelitian sampai selesainya tugas akhir ini.
15. **Angkatan 2018 kelas A** tanpa terkecuali yang selalu memberikan semangat dan kebersamaan yang tidak terlupakan dari awal kuliah sampai penyusunan tugas akhir ini.
16. Rekan–rekan mahasiswa Angkatan 2018 (**SONDIR**), serta segenap **anggota HMTS** Universitas Kristen Indonesia Toraja yang telah membantu sejak awal kuliah sampai akhir penelitian ini.

17. Serta pihak-pihak yang turut membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini yang belum sempat disebutkan namanya satu per satu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan dikarenakan terbatasnya pengalaman dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Untuk itu penulis mengharapkan kritikan dan saran yang sifatnya membangun dari berbagai pihak untuk perbaikan tugas akhir ini.

Besar harapan penulis semoga tugas akhir ini kiranya dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan semua pihak, mohon maaf atas kekurangan yang ada, Tuhan Yesus Memberkati.

Sekian dan terima kasih.

Rantepao, Februari 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GRAFIK	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I : PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
1.5. Batasan Masalah.....	4
1.6. Metodologi Penelitian	5
1.7. Sistematika Penulisan	5
BAB II : LANDASAN TEORI	7
2.1. Pengertian Beton	7
2.2. Jenis-Jenis Beton	8
2.3. Sifat-Sifat Beton.....	8
2.4. Komposisi Beton.....	10

2.5. Bahan Tambah Beton.....	12
2.6. Cangkang Telur	13
2.7. <i>Silica Gel</i>	14
2.8. Penelitian Terdahulu.....	16
2.9. Pengujian Agregat Berdasarkan SNI	18
2.10. Pengujian Slump.....	19
2.11. Kuat Tekan Beton	21
BAB III : METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian.....	23
3.2. Metode Penelitian	23
3.3. Bagan Alir Penelitian	24
3.4. Prosedur Penelitian	25
3.5. Rancangan Campuran Beton (Mix Design).....	36
3.6. Pembuatan Benda Uji.....	38
3.7. Perawatan Benda Uji.....	39
3.8. Pengujian Kuat Tekan Beton.....	39
3.9. Analisa Hasil Pengujian Beton	39
BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1. Hasil Pemeriksaan Bahan Dasar.....	40
4.1.1. Agregat Halus.....	40
4.1.2. Agregat Kasar	45
4.2. Rencana Campuran Beton.....	50

4.3. Formulir Perancangan Campuran Adukan Beton	56
4.4. Analisa Hasil Pengujian	58
4.4.1. Pengujian Slump	58
4.4.2. Analisa Pengujian Kuat Tekan Beton	58
BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN.....	83
5.1. Kesimpulan	83
5.2. Saran	83
DAFTAR PUSTAKA.....	84
LAMPIRAN.....	86

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Hasil Pemeriksaan Sifat Karakteristik Agregat Halus ...	40
Tabel 4.2. Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus	41
Tabel 4.3. Hasil Pengujian Gradasi Agregat Halus Zona I.....	41
Tabel 4.4. Hasil Pengujian Gradasi Agregat Halus Zona II.....	42
Tabel 4.5. Hasil Pengujian Gradasi Agregat Halus Zona III.....	43
Tabel 4.6. Hasil Pengujian Gradasi Agregat Halus Zona IV	44
Tabel 4.7. Hasil Pemeriksaan Sifat Karakteristik Agregat Kasar ...	45
Tabel 4.8. Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar	46
Tabel 4.9. Hasil Pengujian Gradasi Agregat Kasar Max 10mm.....	47
Tabel 4.10. Hasil Pengujian Gradasi Agregat Kasar Max 20mm..	48
Tabel 4.11. Hasil Pengujian Gradasi Agregat Kasar Max 40mm...	48
Tabel 4.12. Perhitungan Kombinasi Analisa Saringan Agregat Kasar dan Agregat Halus	49
Tabel 4.13. Komposisi Campuran Mutu Beton 22,5 MPa	55
Tabel 4.14. Proporsi Campuran Beton Normal	55
Tabel 4.15. Proporsi Beton Dengan Variasi Penggunaan 2% SG + 2% ACT	55
Tabel 4.16. Proporsi Beton Dengan Variasi Penggunaan 2% SG + 4% ACT	56
Tabel 4.17. Proporsi Beton Dengan Variasi Penggunaan 2% SG + 6% ACT	56
Tabel 4.18. Formulir Perancangan Campuran Adukan Beton	57

Tabel 4.19. Hasil Pengujian Slump	58
Tabel 4.20. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton 3 Hari	63
Tabel 4.21. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton 7 Hari	68
Tabel 4.22. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton 14 Hari	74
Tabel 4.23. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton 28 Hari	79
Tabel 4.24. Hasil Kuat Tekan Rata-Rata	81

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1. Hasil Pengujian Gradasi Agregat Halus Zona I	42
Grafik 4.2. Hasil Pengujian Gradasi Agregat Halus Zona II	43
Grafik 4.3. Hasil Pengujian Gradasi Agregat Halus Zona III	44
Grafik 4.4. Hasil Pengujian Gradasi Agregat Halus Zona IV	45
Grafik 4.5. Hasil Pengujian Gradasi Agregat Kasar Max 10mm	47
Grafik 4.6. Hasil Pengujian Gradasi Agregat Kasar Max 20mm	48
Grafik 4.7. Hasil Pengujian Gradasi Agregat Kasar Max 40mm	49
Grafik 4.8. Nilai Faktor Air Semen	51
Grafik 4.9. Berat Volume Beton Basah	53
Grafik 4.10. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton 3 Hari	63
Grafik 4.11. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton 7 Hari	69
Grafik 4.12. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton 14 Hari	74
Grafik 4.13. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton 28 Hari	80
Grafik 4.14. Hasil Kuat Tekan Rata-Rata	81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Timbangan Oven dan Talam.....	26
Gambar 3.2. Saringan dan Pan.....	27
Gambar 3.3. Container Pengukur Volume dan Tongkat Pematik	29
Gambar 3.4. Kerucut Terpancung, Batang Penumbuk Dan Piknometer	32
Gambar 3.5. Keranjang Kawat	33
Gambar 3.6. Saringan dan Mesin Pengguncang Saringan.....	35