

Tugas Akhir
EVALUASI KUAT LENTUR BALOK BERBAHAN AGREGAT
KASAR BATU ANDESIT DENGAN PENAMBAHAN SILICA
FUME



Disusun Oleh
AGUS TARU LEMBANG
222213187

FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA TORAJA
2026

LEMBAR PENGAJUAN
EVALUASI KUAT LENTUR BALOK BERBAHAN AGREGAT KASAR
BATU ANDESIT DENGAN PENAMBAHAN SILICA FUME

AGUS TARU' LEMBANG
222213187

Skripsi

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Teknik Sipil

Pada

FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA TORAJA
2026

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir Dengan Judul :

EVALUASI KUAT LENTUR BALOK BERBAHAN AGREGAT KASAR BATU ANDESIT DENGAN PENAMBAHAN SILICA FUME

Yang disusun oleh:

AGUS TARU' LEMBANG

222213187

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat-syarat dalam menyelesaikan studi guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Indonesia Toraja.

Telah diperiksa dan disahkan oleh:

Pembimbing 1

Ir. ISRAEL PADANG, S.T., M.T.
NIDN : 0918099004

Pembimbing 2

ABRAHAM GANTI, S.T., M.T.
NIDN : 0016027702

Mengetahui:

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ir. NITHA, S.T., M.T., IPM., ASEAN.Eng.
NIDN : 0902117802

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Dr. Ir. ERMITHA AMBUN R. D., S.T., M.T.
NIDN : 0906037903

LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas Akhir Dengan Judul :

EVALUASI KUAT LENTUR BALOK BERBAHAN AGREGAT KASAR BATU ANDESIT DENGAN PENAMBAHAN SILICA FUME

Yang disusun oleh:

AGUS TARU' LEMBANG

222213187

Telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Ujian Skripsi Program Studi Teknik Sipil
Universitas Kristen Indonesia Toraja

Hari : Jumat

Tanggal : 20 Februari 2026

Tempat : Kakondongan, Kampus II UKI Toraja

Dengan susunan dosen pembimbing dan dosen penguji sebagai berikut:

Dosen pembimbing :

1. Ir. ISRAEL PADANG, S.T., M.T.

2. ABRAHAM GANTI, S.T., M.T.



(.....)

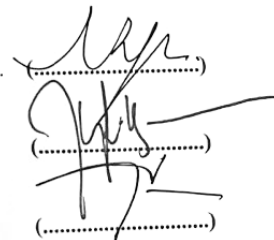
(.....)

Dosen Penguji :

1. Prof. Dr. Ir. PAREA R. RANGAN, S.T., M.T., CST., IPM.

2. Ir. JUFRI MANGA, S.T., M.T.

3. Ir. ZWENGLY LODI HONTA, S.T., M.T.



(.....)

(.....)

(.....)

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Agus Taru' Lembang

NIM : 222213187

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Judul Skripsi : Evaluasi Kuat Lentur Balok Berbahan Agregat Kasar Batu
Andesit Dengan Penambahan Silica Fume

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Skripsi yang saya ajukan adalah **karya asli** saya sendiri, bukan hasil penjiplakan atau plagiarisme dari karya orang lain.
2. Semua sumber yang digunakan dalam penulisan skripsi ini telah saya cantumkan secara lengkap dalam daftar pustaka sesuai ketentuan penulisan ilmiah.
3. Apabila di kemudian hari terbukti terdapat unsur plagiarisme, saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai peraturan yang berlaku di Universitas Kristen Indonesia Toraja.
4. Saya dengan ini **melimpahkan hak cipta** skripsi ini kepada Universitas Kristen Indonesia Toraja, untuk disimpan, digandakan, dan dipublikasikan secara elektronik atau cetak guna kepentingan akademik, dengan tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis.
5. Segala bentuk pemanfaatan karya ini oleh pihak ketiga di luar kepentingan akademik harus mendapat izin tertulis dari Universitas Kristen Indonesia Toraja.

Dibuat di : Rantepao

Tanggal : 25 Maret 2026

Yang membuat pernyataan,



Agus Taru' Lembang

NIM. 222213187

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, oleh karena berkat, rahmat dan pertolonganNya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir yang berjudul:

EVALUASI KUAT LENTUR BALOK BERBAHAN BATU ANDESIT SEBAGAI AGREGAT KASAR DENGAN PENAMBAHAN SILICA FUME

Tugas akhir ini disusun sebagai persyaratan untuk menyelesaikan studi pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Kristen Indonesia Toraja.

Setiap aspek dalam kehidupan ini harus dapat dihargai, walaupun penulis menyadari bahwa ucapan terima kasih takkan cukup untuk membalasnya. Tetapi dengan hati yang tulus dan ikhlas, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Oktavianus Pasoloran, SE., MSi., Ak., CA., selaku Rektor Universitas Kristen Indonesia Toraja.
2. Dr. Ir. Nitha, ST., MT., IPM, ASEAN Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia Toraja.
3. Dr. Ir. Ermitha Ambun Rombe Dendo, ST., MT., selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas Kristen Indonesia Toraja.
4. Ir. Israel Padang, ST., MT., selaku Pembimbing I yang telah berkenan meluangkan waktunya untuk mengarahkan dan membimbing penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.
5. Abraham Ganti, ST., MT., selaku Pembimbing II yang telah berkenan meluangkan waktunya untuk mengarahkan dan membimbing penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.
6. Dosen penguji, Prof. DR. Ir. Parea Rusan Rangan, S.T., M.T., CST. IPM.
7. Dosen penguji, Ir. Jufry Manga, S.T., M.T.
8. Dosen penguji Ir. Zwengly Lodi Honta, S.T., M.T.

9. Segenap Dosen Jurusan Teknik Sipil yang dengan kerendahan hati mengajar, mengarahkan dan membimbing selama masa perkuliahan
10. Segenap staf dan pegawai BAAK kampus II Universitas Kristen Indonesia Toraja Yang telah memberikan bimbingan dan dorongan serta petunjuk dalam menempuh kuliah.
11. Keluarga yang telah memberikan motivasi dan serta dukungan dalam mendidik dan mendoakan penulis serta selalu setia memberikan dukungan materi demi mendukung penulis dalam menempuh bangku kuliah.
12. Rekan-rekan Civitas Akademik Jurusan Teknik Sipil, khususnya angkatan 2022 (Crane).
13. Semua rekan-rekan Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil (HMTS) Universitas Kristen Indonesia Toraja Baik senior maupun junior, secara khusus Angkatan 2022 (CRANE) atas dukungan dan kerjasamanya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
14. Segenap pihak yang telah membantu yang tidak sempat penulis cantumkan namanya satu persatu penulis ucapkan banyak terima kasih.

Akhir kata Penulis mengharapakan dengan tersusunnya tugas akhir ini pembaca dapat memberikan kritikan dan saran yang bersifat membangun demi menambah wawasan dan pengetahuan penulis. Semoga segala kebaikan dan bantuan yang diberikan dapat bernilai ibadah dan mendapat imbalan yang setimpal serta kelimpahan rahmat dan karunia Tuhan yang Maha Kuasa, Amin.

Tuhan memberkati.

Rantepao, 20 Januari 2026

Agus Taru' Lembang

ABSTRAK

Beton merupakan material konstruksi yang umum digunakan dalam berbagai proyek infrastruktur di seluruh dunia, terdiri dari semen, air, agregat kasar, dan agregat halus. Namun, proses produksi beton konvensional sering kali mengandalkan agregat alam, yang berdampak pada eksploitasi sumber daya alam yang semakin meningkat. Agregat kasar, yang biasanya berupa batu pecah/cipping yang diambil dari sungai atau tambang, semakin sulit didapat akibat eksploitasi yang berlebihan, yang dapat mengakibatkan kerusakan ekosistem dan menipisnya ketersediaan bahan baku yang ada sehingga dapat mengakibatkan kenaikan harga bahan baku.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan silica fume terhadap kuat lentur beton yang menggunakan batu andesit sebagai agregat kasar. Penelitian dilakukan secara eksperimental di laboratorium dengan empat variasi kadar silica fume terhadap berat semen, yaitu 0% (beton normal), 5%, 10%, dan 15%, dengan mutu rencana beton f'_c 20 MPa dan faktor air semen (FAS) tetap. Seluruh material diuji karakteristiknya sesuai standar SNI dan ASTM, sedangkan pengujian kuat lentur beton mengacu pada SNI 4433:2011 pada umur 28 hari dengan metode pembebanan tak langsung (split tensile test).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan silica fume 5% menghasilkan kuat lentur rata-rata 2,84 Mpa, sedangkan variasi 10% memberikan kuat lentur rata-rata 2,88 Mpa dan Peningkatan paling signifikan terjadi pada kadar silica fume 15% dengan kuat tarik belah rata-rata 3,46 MPa. Dengan demikian, dalam batas kondisi penelitian ini, kadar silica fume 15% dinyatakan paling efektif dalam meningkatkan kuat lentur beton berbahan batu andesit sebagai agregat kasar.

Kata Kunci : Beton, Batu Andesit, Kuat Lentur, Substitusi penuh

ABSTRACT

Concrete is a construction material commonly used in various infrastructure projects worldwide, consisting of cement, water, coarse aggregate, and fine aggregate. However, conventional concrete production processes often rely on natural aggregates, which leads to increased exploitation of natural resources. Coarse aggregate, which is typically crushed stone taken from rivers or quarries, is becoming increasingly scarce due to overexploitation, which can lead to ecosystem damage and depletion of raw material availability, leading to increased raw material prices.

This study aims to evaluate the effect of silica fume addition on the flexural strength of concrete using andesite as coarse aggregate. The study was conducted experimentally in a laboratory with four variations in silica fume content by weight of cement: 0% (normal concrete), 5%, 10%, and 15%, with a design concrete quality f'_c of 20 MPa and a fixed water-cement ratio (FAS). All materials were tested for their characteristics according to SNI and ASTM standards, while concrete flexural strength testing was conducted according to SNI 4433:2011 at 28 days using the indirect loading method (split tensile test).

The results showed that the addition of 5% silica fume resulted in an average flexural strength of 2.84 MPa, while the 10% variation resulted in an average flexural strength of 2.88 MPa. The most significant increase occurred at 15% silica fume, with an average split tensile strength of 3.46 MPa. Therefore, within the limits of this study, a 15% silica fume content was found to be the most effective in increasing the flexural strength of concrete made from andesite as coarse aggregate.

Keywords: Concrete, Andesite, Flexural Strength, Full Substitution

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	vi
LEMBAR PENGAJUAN	vii
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PERSETUJUAN.....	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR.....	x
ABSTRAK	xiii
<i>ABSTRACT</i>.....	xiv
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Landasan Teori	6
2.2.1 Pengertian Beton	6
2.2.2 Jenis-Jenis Beton.....	8
2.2.3 Material Penyusun Beton	10
2.2.4 Kuat lentur beton.....	20
BAB III.....	25
METODOLOGI PENELITIAN.....	25

3.1 Jenis dan Desain Penelitian	25
3.2 Lokasi Pengambilan Sampel dan Penelitian.....	25
3.2.1 Lokasi Pengambilan Sampel Material	25
3.2.2 Lokasi Penelitian Laboratorium.....	25
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	26
3.3.1. Alat penelitian	26
3.3.2. Bahan-Bahan Penelitian.....	28
3.4 Prosedur Penelitian	29
3.4.1 Studi literatur.....	29
3.4.2 Pengujian karakteristik material	29
3.4.3 Perencanaan campuran beton (mix design)	29
3.4.4 Proses pembuatan benda uji	30
3.4.5 Perawatan (curing) benda uji.....	30
3.4.6 Tahap pengujian kuat lentur benda uji	30
BAB IV	35
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1 Hasil Pemeriksaan Bahan Dasar	35
4.1.2 Analisis Agregat Kasar (Batu Andesit)	36
4.2.1 Rancangan campuran balok kontrol dan balok variasi Silica Fume Dengan mutu $f'c$ 20 Mpa	37
4.3 Formulir Rancangan Campuran Beton.....	47
4.4 Hasil Pengujian Beton Segar	51
4.5 Hasil Perhitungan Kuat Lentur	51
Gambar 4. 3 eton variasi 10% Silica fume	53
Gambar 4. 4 Beton variasi 15% Silica fume	53
BAB V	57
KESIMPULAN DAN SARAN	57
5.1 Kesimpulan.....	57
5.2 Saran	57
DAFTAR PUSTAKA.....	58

LAMPIRAN.....	59
---------------	----

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Komposisi semen Portland.....	11
Tabel 3. 1 jumlah benda uji yang direncanakan untuk kuat lentur balok	33
Tabel 4. 1 Hasil Pemeriksaan Sifat Karakteristik Agregat Halus	35
Table 4. 2 Hasil Pemeriksaan Sifat Karakteristik Agregat Hal.....	36
Tabel4. 3 Banyaknya air pencampur.....	38
Tabel4. 4 Rasio air semen.....	39
Tabel4. 5 Volume agregat kasar per satuan volume beton.....	40
Tabel4. 6 Perkiraan awal berat beton	41
Tabel4. 7 Perbandingan massa beton dengan volume absolut.....	44
Tabel4. 8 Proporsi campuran untuk 1 m ³ balok	44
Tabel4. 9 Proporsi campuran untuk 3 buah benda uji balok beton.....	45
Tabel4. 10 Proporsi campuran untuk 3 buah benda uji balok variasi penambahan Silica Fume 5%.....	45
Tabel4. 11 Proporsi campuran untuk 3 buah benda uji balok varaisi penambahan Silica Fume 10%.....	46
Tabel4. 12 Proporsi campuran untuk 3 buah benda uji balok variasi penambahan Silica Fume 15%.....	47
Tabel4. 13 Formulir rancangan campuran beton.....	47
Tabel4. 14 Hasil Pengujian Kuar Lentur Balok Beton.....	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 batu andesit	16
Gambar 2. 2 silica fume.....	18
Gambar 2. 3 Patah pada 1/3 bentangan	21
Gambar 2. 4 Patah di luar 1/3 bentang tengah dan garis patah pada < 5% dari bentangan	21
Gambar 3. 1 Timbangan.....	26
Gambar 3. 2 Saringan	26
Gambar 3. 3 Kerucut Slump	26
Gambar 3. 4 Mixer beton.....	27
Gambar 3. 5 Cetakan balok.....	27
Gambar 3. 6 Bak perendam benda uji	27
Gambar 3. 7 Mesin uji kuat lentur	28
Gambar 3. 8 Alat Ukur Temperatur dan Kelembapan	28
Gambar 3. 9 ukuran sampel benda uji.....	30
Gambar 3. 10 Gambar Diagram Alir Penelitian	34
Gambar 4. 1 Beton normal.....	52
Gambar 4. 2 Beton variasi 5% Silica fume	52
Gambar 4. 3 Beton variasi 10% Silica fume	53
Gambar 4. 4 Beton variasi 15% Silica fume	53
Gambar 4. 5 grafik perbandingan kuat lentur rata – rata beton	55