

No. 23/SKRIPSI/S.Tr-TKG/2022

SKRIPSI

**PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH PAKU
TERHADAP SIFAT MEKANIS BETON NORMAL**



Disusun untuk melengkapi salah satu syarat kelulusan Program D-IV
Politeknik Negeri Jakarta

Disusun Oleh:

Teuku Muhammad Bhima
NIM 1802421018

Pembimbing:

Drs. Muhtarom Riyadi, S.S.T., M.Eng.
NIP 195912301985031002

Lilis Tiyani, S.T., M.Eng.
NIP 199504132020122025

PROGRAM STUDI D-IV TEKNIK KONSTRUKSI GEDUNG

JURUSAN TEKNIK SIPIL

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2022



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

No. 23/SKRIPSI/S.Tr-TKG/2022

SKRIPSI

**PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH PAKU
TERHADAP SIFAT MEKANIS BETON NORMAL**



Disusun untuk melengkapi salah satu syarat kelulusan Program D-IV
Politeknik Negeri Jakarta

Disusun Oleh:

Teuku Muhammad Bhima
NIM 1802421018

Pembimbing:

Drs. Muhtarom Riyadi, S.S.T., M.Eng.
NIP 195912301985031002

Lilis Tiyani, S.T., M.Eng.
NIP 199504132020122025

**PROGRAM STUDI D-IV TEKNIK KONSTRUKSI GEDUNG
JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2022



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul:

PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH PAKU TERHADAP SIFAT MEKANIS BETON NORMAL yang disusun oleh **Teuku Muhammad Bhima (NIM 1801421018)** telah disetujui dosen pembimbing untuk dipertahankan dalam **Sidang Skripsi Tahap 1**

Pembimbing 1

Drs. Muhtarom Riyadi, S.S.T., M.Eng.
NIP 195912301985031002

Pembimbing 2

Lilis Tiyani, S.T., M.Eng.
NIP 199504132020122025



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi berjudul :

PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH PAKU TERHADAP SIFAT MEKANIS BETON NORMAL yang disusun oleh **Teuku Muhammad Bhima** (NIM 1801421018) telah dipertahankan dalam Sidang Skripsi 1 di depan Tim Penguji pada hari Selasa tanggal 26 Juli 2022

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua	Anni Susilowati, S.T., M.Eng. NIP 196506131990032002	
Anggota	Mudiono Kasmuri, S.T., M.Eng., Ph.D NIP 198012042020121001	
Anggota	Erlina Yanuarini, S.T, M.T., M.Sc. NIP 198901042019032013	

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Jakarta



Dr. Dyah Nurwidyaningrum, S.T., M.M., M.Ars.
NIP 197407061999032001



HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:


Nama : Teuku Muhammad Bhima
NIM : 1801421018
program studi : D4 – Teknik Konstruksi Gedung
alamat *e-mail* : teuku.muhammadbhima.ts18@mhs.wpnj.ac.id
judul naskah : Pengaruh Penambahan Limbah Paku terhadap Sifat Mekanis Beton Normal

dengan ini menyatakan bahwa tulisan yang saya sertakan dalam Skripsi Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Tahun Akademik 2021/2022 adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan karya orang lain dan belum pernah diikutkan dalam segala bentuk kegiatan akademis.

Apabila di kemudian hari ternyata tulisan/naskah saya tidak sesuai dengan pernyataan ini, maka secara otomatis tulisan/naskah saya dianggap gugur dan bersedia menerima sanksi yang ada. Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Depok, 09 Agustus 2022

Yang menyatakan,


Teuku Muhammad Bhima

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan nikmat, rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Penambahan Limbah Paku terhadap Sifat Mekanis Beton Normal”. Tujuan penyusunan skripsi ini adalah sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik dari Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.

Dalam penyusunan skripsi ini, banyak pihak yang terlibat guna memberikan bimbingan, dukungan, semangat serta saran petunjuk. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Orang tua penulis yang senantiasa selalu memberikan doa dan dukungan baik secara materi maupun moril kepada penulis.
2. Dr. Dyah Nurwidyaningrum, S.T., M.M., M.Ars., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil PNJ.
3. Drs. Muhtarom Riyadi, S.S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing I dan Lilis Tiyani, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, motivasi, dan saran dalam proses penyusunan skripsi.
4. Mudiono Kasmuri, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Prodi D4 – Teknik Konstruksi Gedung.
5. Rinawati, S.T., M.T. selaku Koordinator KBK Struktur dan Material.
6. Dr. Anis Rosyidah, S.Pd., S.S.T, M.T. selaku Kepala Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan izin penggunaan laboratorium untuk melakukan penelitian.
7. Kusno Wijayanto, S.Tr.T. dan Nedyia Sonelma, S.Tr.T. selaku staf PLP Laboratrium Uji yang selalu memberikan bantuan saat kegiatan pengujian di Laboratorium Uji Bahan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta
8. Teman – teman mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta, khususnya kelas TKG1 2018 yang saling memberikan dukungan dan juga menjadi tempat diskusi bagi penulis.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu , penulis mengharapkan kritik dan saran agar skripsi in dapat lebih baik dan bermanfaat kedepannya.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Akhir kata, penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan dapat dipergunakan bagi perkembangan akademik.

Depok, Juli 2022

Penulis





PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH PAKU TERHADAP SIFAT MEKANIS BETON NORMAL

Teuku Muhammad Bhima¹, Muhtarom Riyadi², Lilis Tiyani³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. Dr. G. A. Siwabessy, Kampus Universitas Indonesia, Depok, Indonesia, 16425

e-mail: teukumbhima25@gmail.com, muhtard37@gmail.com², lilis.tiyani@pnj.ac.id³

ABSTRAK

Penggunaan serat baja sebagai campuran beton mampu mencegah terjadinya retak akibat pembebanan, panas hidrasi, maupun penyusutan. Namun, ketersediaan serat baja masih belum banyak dan memiliki harga yang cukup tinggi sehingga diperlukan bahan alternatif yang dapat menekan nilai ekonomis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh bahan alternatif yang mudah ditemukan yaitu limbah paku triplek terhadap sifat mekanis beton normal. Teknik pengumpulan data pada penelitian menggunakan metode eksperimen dengan cara mencampurkan beton dengan bahan tambah limbah paku dengan variasi 0%, 1%, 1,5%, dan 2% terhadap berat beton. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan limbah paku dapat menurunkan nilai kuat tekan beton umur 28 hari dan modulus elastisitas seiring pertambahan variasi limbah paku. Namun penggunaan limbah paku pada variasi tertentu dapat meningkatkan nilai kuat tarik belah dan kuat lentur beton. Penambahan limbah paku dengan variasi 0%, 1%, 1,5%, dan 2% menghasilkan nilai kuat tarik belah masing – masing sebesar 2,279 MPa, 2,408 MPa, 2,068 MPa, dan 1,583 MPa, sehingga variasi optimum adalah 1% dengan peningkatan sekitar 5,7% dari beton tanpa campuran limbah paku. Variasi limbah paku tersebut juga menghasilkan nilai kuat lentur masing – masing sebesar 1,95 MPa, 2,47 MPa, 2,21 MPa, dan 1,43 MPa, sehingga variasi optimum adalah 1% dengan peningkatan sekitar 26,7% dari beton tanpa campuran limbah paku.

Kata kunci: Beton normal, Limbah paku, Sifat mekanis

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 PERUMUSAN MASALAH.....	2
1.3 PEMBATASAN MASALAH.....	2
1.4 TUJUAN PENELITIAN.....	3
1.5 SISTEMATIKA PENULISAN.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 LIMBAH PAKU	5
2.1.1 Definisi Limbah Paku.....	5
2.1.2 Pemanfaatan Limbah Paku.....	5
2.2 BETON	6
2.2.1 Definisi Beton	6
2.2.2 Bahan Penyusun Beton.....	6
2.3 PENGUJIAN BETON SEGAR	9
2.3.1 Uji <i>Slump</i>	9
2.3.2 Berat Isi Beton Segar.....	9
2.3.3 Waktu Ikat Beton Segar	9
2.4 SIFAT MEKANIS BETON.....	10
2.4.1 Kuat Tekan (<i>Compressive Strength</i>)	10
2.4.2 Kuat Tarik Belah (<i>Split Cylinder Strength</i>).....	10
2.4.3 Kuat Lentur (<i>Modulus of Rupture</i>).....	10
2.4.4 Modulus Elastisitas	11
2.5 PENELITIAN PENDAHULUAN	11

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.6	HIPOTESIS.....	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		15
3.1	LOKASI DAN OBJEK PENELITIAN	15
3.1.1	Lokasi Penelitian.....	15
3.1.2	Objek Penelitian.....	15
3.2	ALAT PENELITIAN.....	15
3.3	BAHAN PENELITIAN.....	17
3.4	RANCANGAN PENELITIAN.....	17
3.4.1	Persiapan Penelitian	17
3.4.2	Pengujian Agregat Kasar.....	17
3.4.3	Pengujian Agregat Halus.....	23
3.4.4	Persiapan Bahan Tambah Limbah Paku.....	30
3.4.5	Rancangan Campuran Beton (<i>Mix Design</i>).....	30
3.4.6	Pengujian Beton Segar	31
3.4.7	Pembuatan Benda Uji.....	33
3.4.8	Perawatan Beton (<i>Curing</i>).....	34
3.5	TAHAPAN PENELITIAN	35
3.6	PENGUMPULAN DATA	36
3.6.1	Pengujian Kuat Tekan	36
3.6.2	Pengujian Kuat Tarik Belah	37
3.6.3	Pengujian Kuat Lentur	38
3.6.4	Pengujian Modulus Elastisitas	39
3.7	METODE ANALISIS DATA.....	40
3.8	LUARAN YANG DIHARAPKAN.....	42
BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN.....		43
4.1	DATA PENGUJIAN BAHAN PENYUSUN BETON.....	43
4.1.1	Data Agregat Kasar	43
4.1.2	Data Agregat Halus	48
4.2	DATA RANCANGAN CAMPURAN (<i>MIX DESIGN</i>)	54
4.2.1	Rancangan Campuran 1 m ³ Beton Normal	54
4.2.2	Kebutuhan untuk Benda Uji.....	55
4.2.2	Koreksi Proporsi Campuran	56
4.3	DATA PENGUJIAN BETON SEGAR	57
4.3.1	Data <i>Slump</i>	57
4.3.2	Data Berat Isi Beton Segar	59



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.3.3 Data Waktu Ikat Beton Segar.....	61
4.4 DATA DAN PEMBAHASAN PENGUJIAN BETON KERAS.....	62
4.4.1 Data dan Pembahasan Kuat Tekan.....	62
4.4.2 Data dan Pembahasan Kuat Tarik Belah.....	71
4.4.3 Data dan Pembahasan Kuat Lentur.....	74
4.4.4 Data dan Pembahasan Modulus Elastisitas.....	76
4.4.5. Rangkuman Hasil Pengujian.....	86
BAB V PENUTUP.....	87
5.1 KESIMPULAN.....	87
5.2 SARAN.....	88
DAFTAR PUSTAKA.....	89





DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Jumlah Benda Uji.....	33
Tabel 4. 1 Data Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar	43
Tabel 4. 2 Data Pengujian Berat Isi dan Rongga Agregat Kasar	44
Tabel 4. 3 Data Pengujian Analisis Ayak Agregat Kasar	46
Tabel 4. 4 Data Pengujian Kadar Air Agregat Kasar	47
Tabel 4. 5 Data Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar	48
Tabel 4. 6 Data Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus	49
Tabel 4. 7 Data Pengujian Berat Isi dan Rongga Agregat Halus	50
Tabel 4. 8 Data Pengujian Analisis Ayak Agregat Halus	51
Tabel 4. 9 Data Pengujian Kadar Air Agregat Halus.....	53
Tabel 4. 10 Data Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus	54
Tabel 4. 11 Isian perencanaan campuran beton	54
Tabel 4. 12 Proporsi campuran	56
Tabel 4. 13 Proporsi Campuran Setelah Dikoreksi	57
Tabel 4. 14 Data Pengujian Slump.....	57
Tabel 4. 15 <i>Coefficients Slump</i>	58
Tabel 4. 16 Model <i>Summary Slump</i>	59
Tabel 4. 17 Data Pengujian Berat Isi Beton Segar.....	59
Tabel 4. 18 <i>Coefficients</i> Berat Isi Beton Segar	60
Tabel 4. 19 Model <i>Summary</i> Berat Isi Beton Segar.....	61
Tabel 4. 20 Data Pengujian Waktu Ikat Awal Beton Segar.....	61
Tabel 4. 21 Data Pengujian Kuat Tekan 7 Hari	62
Tabel 4. 22 <i>Coefficients</i> Kuat Tekan 7 Hari.....	63
Tabel 4. 23 Model <i>Summary</i> Kuat Tekan 7 Hari	64
Tabel 4. 24 Data Pengujian Kuat Tekan 14 Hari	65
Tabel 4. 25 <i>Coefficients</i> Kuat Tekan 14 Hari.....	66
Tabel 4. 26 Model <i>Summary</i> Kuat Tekan 14 Hari	67
Tabel 4. 27 Data Pengujian Kuat Tekan 28 Hari	67
Tabel 4. 28 <i>Coefficients</i> Kuat Tekan 28 Hari.....	69
Tabel 4. 29 Model <i>Summary</i> Kuat Tekan 28 Hari	70
Tabel 4. 30 Data Pengujian Kuat Tarik Belah	71

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4. 31 <i>Coefficients</i> Kuat Tarik Belah.....	72
Tabel 4. 32 Model <i>Summary</i> Kuat Lentur.....	73
Tabel 4. 33 Data Pengujian Kuat Lentur.....	74
Tabel 4. 34 <i>Coefficients</i> Kuat Lentur	75
Tabel 4. 35 Model <i>Summary</i> Lentur	76
Tabel 4. 36 Data Pengujian Modulus Elastisitas Variasi 0%	77
Tabel 4. 37 Analisis Data Pengujian Modulus Elastisitas Variasi 0%	78
Tabel 4. 38 Data Pengujian Modulus Elastisitas Variasi 1%	78
Tabel 4. 39 Analisis Data Pengujian Modulus Elastisitas Variasi 1%	79
Tabel 4. 40 Data Pengujian Modulus Elastisitas Variasi 1,5%	80
Tabel 4. 41 Analisis Data Pengujian Modulus Elastisitas Variasi 1,5%	81
Tabel 4. 42 Data Pengujian Modulus Elastisitas Variasi 2%	82
Tabel 4. 43 Analisis Data Pengujian Modulus Elastisitas Variasi 2%	83
Tabel 4. 44 Rekapitulasi Nilai Modulus Elastisitas	83
Tabel 4. 45 <i>Coefficients</i> Modulus Elastisitas	85
Tabel 4. 46 Model <i>Summary</i> Modulus Elastisitas.....	86
Tabel 4. 47 Rangkuman Hasil Pengujian.....	86

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Grafik Pengaruh Penambahan Paku oleh Surya et al. (2018)	12
Gambar 2. 2 Grafik Pengaruh Penambahan Paku oleh Istiani (2017)	12
Gambar 2. 3 Grafik Pengaruh Penambahan Paku terhadap Kuat Tekan oleh Daily, et al (2019)	13
Gambar 3. 1 Gradasi Agregat Kasar Maksimum 20 mm.....	21
Gambar 3. 2 Gradasi Agregat Halus Zona 1 (Kasar)	27
Gambar 3. 3 Gradasi Agregat Halus Zona 2 (Sedang).....	27
Gambar 3. 4 Gradasi Agregat Halus Zona 3 (Agak Halus)	28
Gambar 3. 5 Gradasi Agregat Halus Zona 4 (Halus)	28
Gambar 3. 6 Diagram Alir Penelitian	35
Gambar 3. 7 Pengujian Kuat Tekan Beton.....	37
Gambar 3. 8 Benda Uji Kuat Tarik Belah.....	38
Gambar 3. 9 Benda Uji Kuat Lentur	39
Gambar 4. 1 Gradasi Agregat Kasar (<i>Split</i>)	46
Gambar 4. 2 Grafik Zona Agregat Halus (Pasir Bangka)	52
Gambar 4. 3 Nilai Slump Beton.....	57
Gambar 4. 4 Berat Isi Beton Segar.....	60
Gambar 4. 5 Waktu Ikat Awal Beton.....	62
Gambar 4. 6 Kuat Tekan Beton 7 Hari	63
Gambar 4. 7 Grafik Kuat Tekan Beton 14 Hari	65
Gambar 4. 8 Grafik Kuat Tekan Beton 28 Hari	68
Gambar 4. 9 Perbandingan Nilai Kuat Tekan	68
Gambar 4. 10 Grafik Kuat Tarik Belah Beton	71
Gambar 4. 11 Perbandingan Nilai Kuat Tarik Belah dengan Nilai Teoritis	72
Gambar 4. 12 Grafik Kuat Lentur	74
Gambar 4. 13 Perbandingan Nilai Kuat Tarik Belah dengan Nilai Teoritis	75
Gambar 4. 14 Grafik Hubungan P - ΔL Variasi 0%	77
Gambar 4. 15 Grafik Hubungan P - ΔL Variasi 1%	79
Gambar 4. 16 Grafik Hubungan P - ΔL Variasi 1,5%	81
Gambar 4. 17 Grafik Hubungan P - ΔL Variasi 2%	82
Gambar 4. 18 Grafik Modulus Elastisitas	84
Gambar 4. 19 Perbandingan Nilai Kuat Tarik Belah dengan Nilai Teoritis	84

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 ALAT DAN BAHAN	93
LAMPIRAN 2 PEMBUATAN DAN PENGUJIAN BETON	98
LAMPIRAN 3 RANCANGAN CAMPURAN (<i>MIX DESIGN</i>).....	102





BAB I PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Di Indonesia, beton adalah bahan konstruksi yang sudah umum dan paling banyak digunakan untuk struktur bangunan hingga saat ini. Banyak kelebihan beton yang menyebabkan penggunaannya diminati seperti memiliki nilai kuat tekan yang tinggi dan perawatan yang mudah (Sarya et al., 2018). Selain itu, beton dapat dicetak sesuai keinginan, dan memiliki nilai ekonomis karena bahan dasar penyusunnya mudah diperoleh (Zalukhu et al., 2017). Namun, disamping banyaknya kelebihan, beton juga memiliki beberapa kekurangan seperti memiliki karakteristik yang getas (*brittle*) dan memiliki kuat tarik yang rendah (Sudika et al., 2017).

Meninjau kekurangan beton, banyak usaha yang dilakukan guna mengembangkan kekuatan dan karakteristik beton. Salah satu usaha pengembangannya yaitu penambahan tulangan baja pada beton untuk membantu menahan gaya tarik dari beban yang bekerja (Sihotang et al., 2017). Namun, kemampuan menahan gaya tarik dari beton itu sendiri juga harus diperhatikan untuk mencegah terjadinya keretakan – keretakan pada permukaan beton dengan luas penampang besar yang ditimbulkan oleh cuaca, iklim, dan temperatur (Marbawi & Gunawan, 2015). Hal tersebut terjadi akibat adanya perbedaan suhu yang tinggi antara bagian dalam beton dan permukaan sehingga terjadi perbedaan susut muai (P. Nugraha & Antoni, 2007). Keretakan – keretakan pada permukaan beton dapat memberikan dampak negatif karena dapat mempercepat proses korosi pada tulangan (Sihotang et al., 2017). Oleh sebab itu, dibutuhkan inovasi untuk mencegah terjadinya keretakan pada permukaan beton.

Di beberapa negara telah mengembangkan konsep inovasi dalam upaya mengoptimalkan sifat mekanis beton dengan menggunakan bahan tambah seperti serat pada campuran beton (Amna et al., 2017). Salah satu serat yang dapat digunakan adalah serat baja (*steel fiber*). Inovasi ini dilakukan dengan mencampurkan bahan tambah serat yang disebar secara acak (*random*) dan merata untuk mencegah terjadinya retak akibat pembebanan, panas hidrasi, maupun penyusutan (ACI 544.4R-18: 2018).

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Penambahan serat baja sebagai bahan campuran beton untuk struktur bangunan belum banyak digunakan di Indonesia. Hal tersebut dikarenakan ketersediaan serat baja sulit didapatkan dan cukup mahal sehingga dinilai tidak ekonomis (Widodo, 2012). Oleh sebab itu, pengembangan inovasi ini dapat diganti dengan bahan alternatif menggunakan material logam yang lebih ekonomis seperti limbah paku. Hal inilah yang mendorong peneliti melakukan sebuah penelitian guna mengetahui pengaruh penambahan limbah paku terhadap sifat mekanis beton normal.

1.2. PERUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut.

1. Apakah penambahan limbah paku dapat mempengaruhi sifat mekanis beton normal.
2. Berapa nilai persentase campuran limbah paku agar didapatkan kuat tekan, kuat tarik belah, kuat lentur, dan modulus elastisitas beton normal yang optimal.
3. Bagaimana pengaruh penambahan limbah paku terhadap sifat mekanis beton normal.

1.3 PEMBATASAN MASALAH

Pembatasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bahan tambah berupa limbah paku triplek dengan panjang 20 mm.
2. Agregat halus berupa Pasir Bangka dan agregat kasar berupa batu pecah (*split*) dengan ukuran maksimum 20 mm.
3. Tipe semen berupa semen PCC.
4. Komposisi limbah paku yang digunakan sebesar 1%, 1,5%, dan 2% (terhadap berat beton).
5. Benda uji dibuat masing-masing 3 buah tiap variasi komposisi limbah paku, dengan bentuk silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dan balok 10 x 10 x 50 cm.
6. Pengujian beton segar terdiri dari pengujian *slump*, berat isi, dan waktu ikat awal.
7. Pengadukan dilakukan dengan mengunci nilai *slump* pada 12 ± 2 cm.
8. Pengujian beton keras yang dilakukan berupa pengujian sifat mekanis beton sebagai berikut.
 - Pengujian kuat tekan dengan benda uji silinder pada umur 7, 14, dan 28 hari.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Pengujian kuat tarik belah dengan benda uji silinder pada umur 28 hari.
 - Pengujian kuat lentur dengan benda uji balok pada umur 28 hari.
 - Pengujian modulus elastisitas dengan benda uji silinder pada umur 28 hari.
9. Pengujian dilakukan di Laboratorium Uji Bahan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.

1.4 TUJUAN PENELITIAN

Berdasarkan perumusan masalah yang sudah diuraikan, maka diperoleh tujuan penelitian ini sebagai berikut.

1. Mendapatkan pengaruh penambahan paku terhadap sifat mekanis beton normal.
2. Menghitung nilai persentase campuran limbah paku untuk mendapatkan kuat tekan, kuat tarik belah, kuat lentur, dan modulus elastisitas beton normal yang optimal.
3. Menganalisis pengaruh penambahan serat paku terhadap sifat mekanis beton normal.

1.5 SISTEMATIKA PENULISAN

Secara garis besar, penulisan skripsi ini terbagi menjadi 5 bab yaitu Pendahuluan, Tinjauan Pustaka, Metodologi Penelitian, Analisis Data dan Pembahasan, dan Penutup.

Berikut ini merupakan rincian secara umum mengenai kandungan dari kelima bab tersebut.

BAB I PENDAHULUAN

Membahas tentang hal-hal dasar yang berhubungan dengan penelitian seperti latar belakang penelitian, masalah penelitian, pembatasan masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Menjelaskan tentang pengertian beton secara umum berdasarkan teori dasar, pengertian material-material penyusunnya, teori dasar tentang pengujian beton, serta pengertian bahan tambah yaitu limbah paku.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisikan tahapan yang dilaksanakan dalam penelitian dimulai dari waktu dan tempat pelaksanaan, peralatan yang digunakan, prosedur penelitian, metode analisis data penelitian, dan luaran yang diharapkan.



BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN

Berisikan tentang pembahasan dan analisis dari hasil pengujian sifat fisis dari bahan penyusun beton dan sifat mekanis beton dengan berbagai variasi komposisi limbah paku.

BAB V PENUTUP

Berisikan tentang kesimpulan hasil penelitian berdasarkan hasil analisis yang diperoleh dari pengujian sampel serta saran-saran yang dapat penulis berikan untuk penelitian yang telah dilakukan dan untuk penelitian yang akan dilakukan penulis lainnya.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



BAB V PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, didapat bahwa penambahan limbah paku dapat mempengaruhi sifat mekanis beton normal. Adapun kesimpulan dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Penambahan limbah paku dapat memberikan pengaruh positif (peningkatan) terhadap nilai kuat tarik belah dan kuat lentur pada variasi tertentu. Selain itu, penambahan limbah paku juga dapat memberikan pengaruh negatif (penurunan) terhadap kuat tekan 28 hari dan modulus elastisitas beton.
2. Nilai variasi optimum penambahan limbah paku yang didapat untuk kuat tekan 28 hari dan modulus elastisitas yaitu 0% atau beton tanpa campuran limbah paku. Sedangkan untuk kuat tarik belah dan kuat lentur, variasi optimum terjadi pada 1% dengan peningkatan sebesar 5,64% dan 26,67% dari beton tanpa campuran limbah paku.
3. Berdasarkan hasil analisis statistik, pengaruh penambahan limbah paku terhadap sifat mekanis beton sebagai berikut.
 - a. Bepengaruh signifikan terhadap nilai kuat tekan umur 28 hari karena nilai signifikansi yang didapat $(0,007) < 0,05$ dan memiliki pengaruh sebesar 53,9%.
 - b. Bepengaruh signifikan terhadap nilai kuat tarik belah karena nilai signifikansi yang didapat $(0,005) = 0,05$ dan memiliki pengaruh sebesar 55,8%.
 - c. Bepengaruh tidak signifikan terhadap nilai kuat lentur karena nilai signifikansi yang didapat $(0,466) > 0,05$ dan memiliki pengaruh sebesar 8,2%.
 - d. Bepengaruh tidak signifikan terhadap nilai modulus elastisitas karena nilai signifikansi yang didapat $(0,094) > 0,05$ dan memiliki pengaruh sebesar 25,6%.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



5.2 SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka terdapat beberapa saran untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut.

1. Menetapkan pertambahan variasi persentase limbah paku yang lebih kecil sehingga dapat diketahui variasi optimum yang lebih detail.
2. Persentase limbah paku dapat dibuat terhadap berat semen atau berat agregat.
3. Menjaga kondisi agregat agar selalu sama jika dilakukan pengadukan lebih dari satu kali. Jika tidak memungkinkan, maka diperlukan koreksi *mix design* berkala sebelum dilakukan pengadukan.
4. Beton diangkat dari perendaman (*curing*) minimal satu hari sebelum dilakukan pengujian agar beton dalam keadaan kering saat pengujian dilakukan.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





DAFTAR PUSTAKA

- ACI Commitee 318. (2008). *Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-08) and Commentary*. American Concrete Institute.
- ACI Commitee 363. (1997). ACI 363R-92 (Reapproved 1997) State-of-the-Art Report on High-Strength Concrete. *American Concrete Institute*.
- ACI Committee 544. (2018). *ACI 544.4R-18 Guide to Design with Fiber-Reinforced Concrete*. American Concrete Institute.
- Amna, K., Wesli, W., & Hamzani, H. (2017). Pengaruh Penambahan Serat Tandan Sawit terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton. *Teras Jurnal*, 4(2), 11–20. <https://doi.org/10.29103/tj.v4i2.19>
- Anggita, A., Wahyuni, E. T., & Aprilita, N. H. (2016). *Pengujian Metode Pelarutan dengan Menggunakan Asam Sitrat untuk Konservasi Benda Cagar Budaya Berbahan Logam Cu*. Universitas Gajah Mada.
- Arikunto, S. (2006). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Rineka Cipta.
- ASTM International. (1995). ASTM C117-95 Standard Test Method for Materials Finer than 75- μ m(No. 200) Sieve in Mineral Aggregates by Washing. *Annual Book of ASTM Standards*.
- ASTM International. (1999). ASTM 403/403M-99 Standard Test Method for Time of Setting of Concrete Mixtures by Penetration Resistance. *Annual Book of ASTM Standards*, 04, 1–6.
- ASTM International. (2003). ASTM C29/C29M-97 (Reapproved 2003) Standard Test Method for Bulk Density (“Unit Weight”) and Voids in Aggregate. *Annual Book of ASTM Standards*.
- Badan Standardisasi Nasional. (1990). SNI 03-1968-1990 Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar. In *Badan Standar Nasional Indonesia*. BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2002a). *SNI 03-2834-2002 Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. BSN.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Badan Standardisasi Nasional. (2002b). *SNI 03-6820-2002 Spesifikasi Agregat Halus untuk Pekerjaan Adukan dan Plesteran dengan Bahan Dasar Semen*. BSN.

Badan Standardisasi Nasional. (2002c). *SNI 03-6961.1-2002 Spesifikasi Bahan Bangunan - Bagian A: Bahan Bangunan Bukan Logam*. BSN.

Badan Standardisasi Nasional. (2004). *SNI 15-2049-2004 Semen Portland*. BSN.

Badan Standardisasi Nasional. (2008a). *SNI 1970:2008. Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*. In *Badan Standar Nasional Indonesia*. BSN. <http://sni.litbang.pu.go.id/index.php?r=/sni/new/sni/detail/id/195>

Badan Standardisasi Nasional. (2008b). *SNI 1972:2008 Cara Uji Slump Beton*. In *Badan Standar Nasional*. BSN.

Badan Standardisasi Nasional. (2008c). *SNI 1973:2008 Cara Uji Berat Isi, Volume Produksi Campuran dan Kadar*. BSN.

Badan Standardisasi Nasional. (2011a). *SNI 1971:2011 Cara Uji Kadar Air Total Agregat dengan Pengeringan*. BSN. www.bsn.go.id

Badan Standardisasi Nasional. (2011b). *SNI 1974:2011 Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder*. BSN.

Badan Standardisasi Nasional. (2011c). *SNI 4431:2011 Cara Uji Kuat Lentur Beton Normal dengan Dua Titik Pembebanan*. In *Badan Standar Nasional Indonesia*. BSN.

Badan Standardisasi Nasional. (2014). *SNI 2491:2014 Metode Uji Kekuatan Tarik Belah Spesimen Beton Silinder*. BSN.

Badan Standardisasi Nasional. (2016a). *SNI 1969:2016 Metode Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*. BSN.

Badan Standardisasi Nasional. (2016b). *SNI 8321:2016 Spesifikasi Agregat Beton*. BSN.

Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan*. BSN. <https://akses-sni.bsn.go.id/viewsni/baca/4578>

Daily, T. D., Hasan, M. W., & Taufik. (2020). *Pengaruh Penambahan Paku Triplek*



terhadap Beton Dengan Mutu $FC' 25 \text{ MPa}$ [Universitas Bung Hatta].
<http://repo.bunghatta.ac.id/id/eprint/257>

- Istiani, L. A. (2017). *Pengaruh Penambahan Paku terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah pada Beton*.
- Machali, I. (2015). *Statistik itu Mudah: Menggunakan SPSS sebagai Alat Bantu Statistik* (Z. Arifin (ed.)). Ladang Kota.
- Marbawi, & Gunawan, I. (2015). Pemanfaatan Serat dari Resam sebagai Bahan Tambah dalam Pembuatan Beton. *Jurnal Fropil*, 96–106.
- Maryati, E. (2006). *Asam Sitrat Sebagai Lapisan Pelindung untuk Mengurangi Laju Korosi pada Logam*. Institut Pertanian Bogor.
- Mulyono, T. (2003). *Teknologi Bahan* (II). ANDI.
- Neville, A. M. (2011). *Properties of Concrete* (5th ed.). Pearson Education Limited.
- Nugraha, I. D. (2018). *Tugas Akhir Studi Karakteristik Beton Serat Kawat Bendrat*. Universitas Hasanuddin.
- Nugraha, P., & Antoni, A. (2007). *TEKNOLOGI BETON: dari Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi* (I). ANDI.
- Sari, R. A. 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.
<https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/6798>
- Sarya, G., Rochmah, N., & Lukmansyah, I. (2018). Pengaruh Paku sebagai Bahan Tambah Terhadap Kuat Tarik Belah Beton. *Jurnal Hasil Penelitian LPPM UNTAG*, 03(02), 113–120. jurnal.untag-sby.ac.id/index.php/jhp17
- Satria, G. (2021, July 9). *Mengenal 10 Jenis Paku Bangunan yang Sering Dipakai*. Griyasatria.Co.Id.
- Sihotang, A. V., Wibowo, A., & Remayanti, C. (2017). Pengaruh Variasi Panjang Kait (Interlocking) Serat Kawat Locket Lapis PVC terhadap Lendutan dan Kuat Lentur Balok Beton Bertulang. *Jurnal Mahasiswa Jurnal Teknik Sipil*, 1(2).
<http://sipil.studentjournal.ub.ac.id/index.php/jmts/article/view/517>

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Sudika, I. G. M., Astariani, N. K., & Suardana, I. N. (2017). Pengaruh dan Perbandingan Serat Ijuk Lokal Bali dengan Serta Ijuk Lombok Pada Campuran Beton Normal terhadap Kuat Tekan dan Tarik Belah Beton. *Jurnal Teknik Gradien*, 9(1), 199–214. <https://ojs.unr.ac.id/index.php/teknikgradien/article/view/138>
- Susilowarno, G. (2007). *Biologi Untuk SMA/MA kelas X*. PT Gramedia Widiasarana Indonesia.
- Sutrisno. (2011). Analisis Perbandingan Fuzzy Regresi Berganda dengan Regresi Berganda Konvensional Sebagai Alat Peramalan. *Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Terapan*.
- Widarjono, A. (2018). *Analisis Regresi dengan SPSS (I)*. UPP STIM YKPN.
- Widodo, A. (2012). Pengaruh Penggunaan Potongan Kawat Bendrat pada Campuran Beton dengan Konsentrasi Serat Panjang 4 Cm Berat Semen 350 Kg/m³ dan FAS 0,5. *Jurnal Teknik Sipil & Perencanaan*, 14(2), 131–140. <https://doi.org/10.15294/jtsp.v14i2.7092>
- Zalukhu, P. S., Irwan, & Hutauruk, D. M. (2017). Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa (Cocofiber) terhadap Campuran Beton sebagai Peredam Suara. *JCEBT (Journal of Civil Engineering, Building and Transportation)*, 1(1), 27–36. <http://ojs.uma.ac.id/index.php/jcebt>