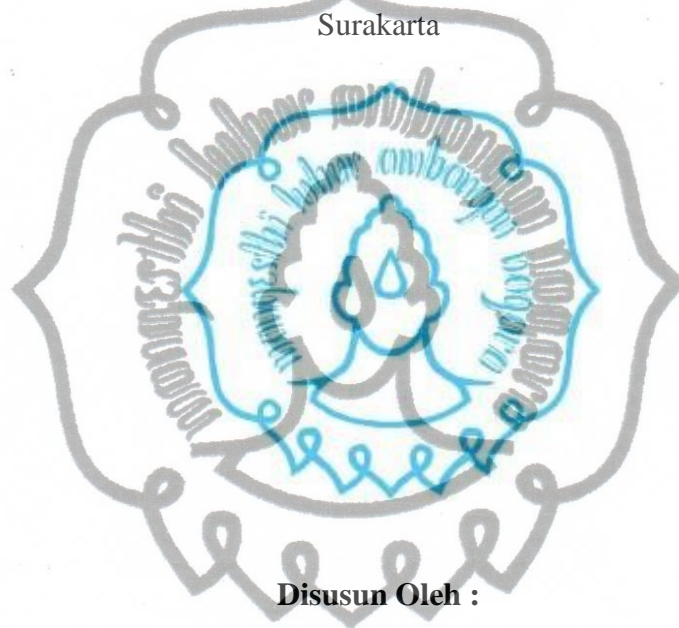


**Kajian Uji Kuat Lekat pada Beton dengan Kadar *Fly Ash* 15%,  
30%, dan 40% dari Berat Binder**

*The Study of Bond Strength on Fly Ash Concrete with 15%, 30%, and 40% Fly  
Ash Content from Binder Content*

SKRIPSI

Disusun untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Sebelas Maret  
Surakarta



Disusun Oleh :

**FALIH FAKHRI**  
**I0117048**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA  
2021**

*commit to user*

**Kajian Uji Kuat Lekat pada Beton Dengan Kadar Fly Ash, 15%, 30%, dan 40% Dari Berat Binder**  
**The Study of Bond Strength on Fly Ash Concrete with 15%, 30%, and 40% Fly Ash Content from Binder Content**



Disusun oleh:  
**Fajih Fakhri**  
10117048

Telah disetujui untuk dipertahankan dihadapan Tim Penguji Pendadaran  
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Sebelas Maret Surakarta

Persetujuan

Dosen Pembimbing 1

Agus Setiya Budi, S.T., M.T.  
NIP 197009091998021001

Dosen Pembimbing 2

Wibowo, S.T., DEA.  
NIP 196810071995021001

**Kajian Uji Kuat Lekat pada Beton Dengan Kadar Fly Ash, 15%, 30%, dan 40% Dari Berat Binder**  
**The Study of Bond Strength on Fly Ash Concrete with 15%, 30%, and 40% Fly Ash Content from Binder Content**





SKRIPSI

Disusun oleh:

**Falih Fakhri**

**10117048**

Telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Pendadaran Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta pada hari Senin tanggal 13 September 2021

1.	Agus Setiya Budi, S.T., M.T. NIP 197009091998021001	
2.	Wibowo, S.T., DEA NIP 196810071995021001	
3.	Prof. Stefanus Adi Kristiawan, S.T., M.Sc., Ph.D. NIP 196905011995121001	
4.	Dr. Achmad Basuki, S.T., M.T. NIP 197109011997021001	

Disahkan, 24 September 2021  
 Kepala Program Studi Teknik Sipil  
 Fakultas Teknik UNS



Dr. Niken Silmi S, ST, MT  
 NIP. 19690903 199702 2001

## ABSTRAK

**Falih Fakhri, 2021, Kajian Uji Kuat Lekat pada Beton dengan Kadar *Fly Ash* 15%, 30%, dan 40% dari Berat Binder.** Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Sejalan dengan perkembangan zaman, dunia konstruksi juga mengalami perkembangan yang sangat pesat. Pemerintah pusat semakin gencar untuk melakukan pembangunan baik itu jalan, bandara, gedung, pelabuhan, dan sarana umum lainnya. Dengan semakin gencarnya pembangunan infrastruktur tersebut menyebabkan permintaan semen sebagai bahan baku beton semakin tinggi. Produksi semen yang sangat tinggi terjadi mengikuti permintaan semen yang semakin tinggi. Dengan terjadinya hal tersebut menimbulkan efek samping, yaitu membawa dampak buruk terhadap kondisi lingkungan global. Untuk mengurangi emisi gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) telah banyak dilakukan penelitian mengenai material pengganti semen seperti *fly ash* yang dicampurkan pada adonan beton. Tetapi masih sedikit penelitian yang mengkaji tentang besarnya kuat lekat pada beton dengan material pengganti semen *fly ash*.

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan menggunakan 3 variasi kadar *fly ash* pada beton *fly ash* atau *Fly Ash Concrete* (FAC) yaitu dengan kadar 15%, 30%, dan 40%, lalu dibandingkan dengan beton normal. Benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Jumlah dari Benda uji yaitu 3 untuk setiap variasi. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM). Hasil yang didapat dari pengujian ini berupa grafik hubungan *load-displacement* beton FAC.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan nilai kuat lekat beton dengan kadar *fly ash* 15% sebesar 0,812 Mpa, beton dengan kadar *fly ash* 30% sebesar 0,985 Mpa, beton dengan kadar *fly ash* 40% sebesar 0,992 Mpa, sedangkan beton normal sebesar 0,234 Mpa, Hal ini menunjukkan kuat lekat beton meningkat seiring dengan bertambahnya kadar *fly ash*. Tipe keruntuhan yang terjadi pada benda uji yaitu *slip* pada tulangan baja dan keretakan kecil di sekitar tulangan baja.

Kata kunci : *fly ash*, *Fly Ash Concrete* (FAC), kuat lekat

## ABSTRACT

**Falih Fakhri, 2021, *The Study of Bond Strength on Fly Ash Concrete with 15%, 30%, and 40% Fly Ash Content From Binder Content***. Final Project of Civil Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Sebelas Maret University, Surakarta.

*In line with the times, the world of construction is also experiencing very rapid development. The central government is increasingly aggressive in constructing of roads, airports, buildings, ports, and other public facilities. With the incessant development of the infrastructure, the demand for cement as a raw material for concrete is getting higher. The very high cement production occurs following the higher cement demand. The occurrence of this event cause side effects, namely bringing a bad impact on global environmental conditions. To reduce carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) gas emissions, many studies have been carried out on cement substitute materials such as fly ash mixed in concrete mixtures. However, there are still few studies that examine the magnitude of the bond strength of concrete with fly ash as cement substitutes.*

*The method used in this research is by using three variations of the levels of fly ash in concrete fly ash or Fly Ash Concrete (FAC) with small doses of 15%, 30%, and 40%, and then compared toward normal concrete. The test object is cylindrical with a diameter of 15 cm and a height of 30 cm. The number of test objects is 3 for each variation. Testing is carried out using the Universal Testing Machine (UTM). The results obtained from this test are in the form of a graph of the relationship load-displacement of FAC concrete.*

*Based on the results of the research that has been done, the bond strength value of concrete with 15% fly ash content is 0.812 Mpa, concrete with 15% fly ash content is 0.985 Mpa, concrete with 40% fly ash content is 0.992 Mpa, while normal concrete is 0.234 Mpa. This indicates that the bond strength of the concrete increases with the increase of fly ash content. The type of failure that occurs in the test object is slip on the steel reinforcement and small cracks around the steel reinforcement.*

Keywords: bond strength, fly ash, Fly Ash Concrete (FAC)

## PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul, Kajian Uji Kuat Lekat pada Beton Dengan Kadar *Fly Ash* 15%, 30% dan 40% dari Berat Binder. Penelitian ini merupakan syarat meraih gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Penyusun menyadari sepenuhnya bahwa tanpa bantuan dari berbagai pihak banyak kendala yang sulit untuk penyusun hadapi sehingga terselesaikannya penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu penyusun ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Dr. Niken Silmi Surjandari, S.T., M.T., selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Agus Setiya Budi, S.T., M.T., dan Wibowo, S.T., DEA., selaku Dosen Pembimbing skripsi, yang telah memberikan pengarahan selama penyusunan skripsi.
3. Amirotul Musthofiah HM, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
4. Seluruh staff pengajar serta pengelola/laboran Laboratorium Bahan Bangunan dan Struktur Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
5. Seluruh anggota tim skripsi angkatan 2017.

Penyusun menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan. Penyusun berharap dengan segala kerendahan diri saran dan kritik yang bersifat membangun. Akhir kata penyusun berharap semoga laporan ini berguna dan bermanfaat bagi pihak-pihak yang membutuhkan.

Surakarta, Juli 2021

Penyusun

*commit to user*

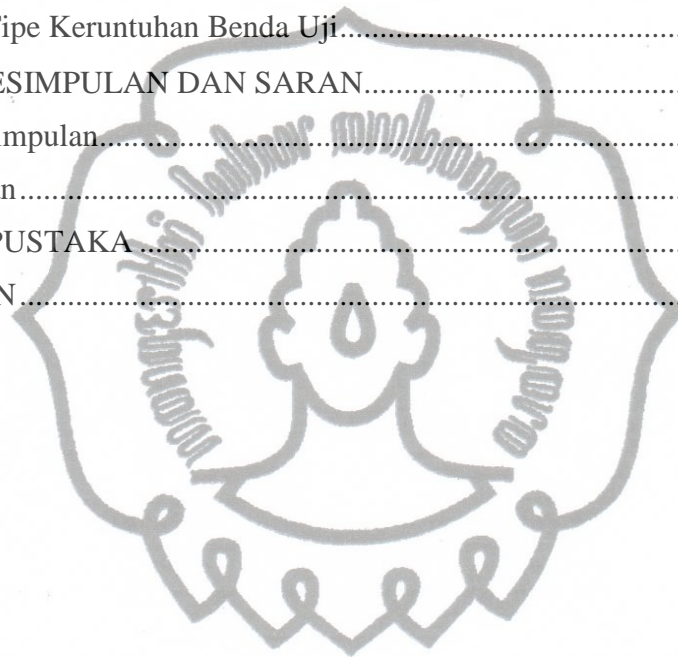
## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR NOTASI.....	xvii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....</b>	<b>5</b>
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Landasan Teori.....	6
2.2.1 Pengertian Beton.....	6
2.2.2 Sifat Umum Beton.....	7
2.2.3 Material Penyusun Beton.....	7
2.2.4 <i>Mix Design</i> .....	16
2.2.5 Pengujian <i>Slump</i> .....	20
2.2.6 Kuat Lekat.....	21
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN.....</b>	<b>23</b>
3.1 Tinjauan Umum.....	23
3.2 Bahan.....	23
3.2.1 Air.....	23
3.2.2 Semen.....	23
3.2.3 Agregat Kasar.....	24

3.2.4 Agregat Halus .....	24
3.2.5 <i>Fly Ash</i> .....	25
3.2.6 Tulangan Baja .....	25
3.3 Benda Uji .....	25
3.4 Peralatan .....	27
3.4.1 Timbangan .....	27
3.4.2 Ayakan .....	27
3.4.3 <i>Shieve Shaker</i> .....	28
3.4.4 Kerucut Abrams .....	28
3.4.5 Papan <i>Slump</i> .....	29
3.4.6 Oven .....	29
3.4.7 <i>Conical Mould</i> .....	29
3.4.8 Mesin <i>Los Angeles</i> .....	30
3.4.9 <i>Universal Testing Machine</i> (UTM) .....	30
3.4.10 Bekisting .....	31
3.4.11 Peralatan Pendukung .....	31
3.5 Diagram Penelitian .....	33
3.6 Tahap Penelitian .....	34
3.6.1 Tahap I (Studi Literatur dan Pengadaan Barang) .....	34
3.6.2 Tahap II (Pengujian Pendahuluan) .....	34
3.6.3 Tahap III (Pembuatan <i>Mix Design</i> dan Pencampuran) .....	35
3.6.4 Tahap IV (Membuat Benda Uji Kuat Lekat Beton FAC) .....	36
3.6.5 Tahap V ( <i>Curing</i> dan Perawatan Beton) .....	36
3.6.6 Tahap VI (Tahap Pengujian) .....	37
3.6.7 Tahap VII (Analisis Data) .....	39
3.6.8 Tahap VIII (Kesimpulan dan Saran) .....	39
<b>BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>40</b>
4.1 Hasil Pengujian Material .....	40
4.1.1 Hasil Pengujian Agregat Kasar .....	40
4.1.2 Hasil Pengujian Agregat Halus .....	41
4.1.3 Hasil Pengujian <i>Fly Ash</i> .....	41
4.1.4 Hasil Pengujian Semen .....	43



4.1.5 Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja .....	43
4.2 Perencanaan <i>Mix Design</i> .....	44
4.3 Hasil Pengujian Beton Segar .....	45
4.4 Hasil Pengujian Berat Jenis Beton .....	45
4.5 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton .....	46
4.6 Hasil Pengujian Kuat Lekat Beton .....	47
4.6.1 Hasil Pembacaan Dial Gauge dan Universal Testing Machine (UTM) .....	47
4.6.2 Hasil Perhitungan Kuat Lekat Beton .....	58
4.6.3 Tipe Keruntuhan Benda Uji .....	59
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....	60
5.1 Kesimpulan .....	60
5.2 Saran .....	61
DAFTAR PUSTAKA .....	xix
LAMPIRAN .....	xxi



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi Pengujian Nilai <i>Slump</i> .....	20
Gambar 3.1 Semen .....	24
Gambar 3.2 Agregat Kasar.....	24
Gambar 3.3 Agregat Halus.....	25
Gambar 3.4 <i>Fly Ash</i> .....	25
Gambar 3.5 Sketsa Benda Uji .....	26
Gambar 3.6 Timbangan.....	27
Gambar 3.7 Ayakan .....	27
Gambar 3.8 <i>Shieve Shaker</i> .....	28
Gambar 3.9 Kerucut Abrams .....	28
Gambar 3.10 Papan <i>Slump</i> .....	29
Gambar 3.11 Oven .....	29
Gambar 3.12 <i>Conical Mould</i> .....	30
Gambar 3.13 Mesin <i>Los Angeles</i> .....	30
Gambar 3.14 <i>Universal Testing Machine</i> (UTM).....	31
Gambar 3.15 Bekisting.....	31
Gambar 3.16 Molen .....	32
Gambar 3.17 Diagram Alir Penelitian .....	34
Gambar 3.18 <i>Setting</i> Benda Uji Lekat .....	38
Gambar 4.1 Klasifikasi <i>Fly Ash</i> Berdasarkan Hubungan Persentase CaO dan Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + SiO <sub>2</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	42
Gambar 4.2 Gambar Hubungan <i>Load</i> dan <i>Displacement</i> Beton Normal.....	49
Gambar 4.3 Grafik Hubungan <i>Load</i> dan <i>Displacement Fly Ash Concrete</i> 15% ..	51
Gambar 4.4 Grafik Hubungan <i>Load</i> dan <i>Displacement Fly Ash Concrete</i> 30% ..	53
Gambar 4.5 Grafik Hubungan <i>Load</i> dan <i>Displacement Fly Ash Concrete</i> 40% ..	55
Gambar 4.6 Grafik Rata-Rata Hubungan <i>Load</i> dan <i>Displacement</i> Pada Setiap Jenis Beton .....	56
Gambar 4.7 Tipe Keruntuhan Benda Uji .....	59

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Batas-Batas Susunan Besar Butir Agregat Kasar .....	9
Tabel 2.2 Batas-Batas Susunan Besar Butir Agregat Halus .....	10
Tabel 2.3 Kandungan Mineral <i>Fly Ash</i> .....	15
Tabel 2.4 Perkiraan Kekuatan Tekan (MPa) Beton dengan Faktor Air-Semen, dan Agregat Kasar yang Biasa Digunakan di Indonesia.....	17
Tabel 2.5 Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan Faktor Air-Semen Maksimum untuk Berbagai Macam Pembetonan dalam Lingkungan Khusus .....	18
Tabel 2.6 Perkiraan Kadar Air Bebas ( $\text{kg/m}^3$ ) yang Dibutuhkan untuk Beberapa Tingkat Kemudahan Pekerjaan Adukan Beton.....	19
Tabel 2.7 Daerah Gradasi Agregat Halus .....	19
Tabel 2.8 Nilai <i>Slump</i> Adukan Beton .....	20
Tabel 3.1 Jumlah Benda Uji.....	26
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Agregat Kasar.....	40
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Agregat Halus.....	41
Tabel 4.3 Hasil Pengujian <i>Fly Ash</i> dari PLTU Tanjung Jati Jepara.....	42
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Semen dari PLTU Tanjung Jati Jepara.....	43
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja $\varnothing 12$ mm.....	44
Tabel 4.6 <i>Mix Design</i> Campuran Beton.....	44
Tabel 4.7 Pengujian <i>Slump</i> .....	45
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Berat Volume Beton .....	46
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Kuat Tekan .....	46
Tabel 4.10 Pembacaan <i>Load-Displacement</i> Beton Normal .....	48
Tabel 4.11 Pembacaan <i>Load-Displacement Fly Ash Concrete</i> kadar <i>Fly Ash</i> 15% .....	50
Tabel 4.12 Pembacaan <i>Load-Displacement Fly Ash Concrete</i> Kadar <i>Fly Ash</i> 30% .....	52
Tabel 4.13 Pembacaan <i>Load-Displacement Fly Ash Concrete</i> Kadar <i>Fly Ash</i> 40% .....	54
Tabel 4.14 Hasil Pengujian <i>Load</i> saat <i>Displacement</i> 0,25 mm.....	56
Tabel 4.15 Hasil Pengujian <i>Load</i> Maksimum.....	57

Tabel 4.16 Hasil Pengujian *Displacement* Maksimum..... 57  
Tabel 4.17 Hasil Perhitungan Kuat Lekat..... 58



*commit to user*

**DAFTAR NOTASI**

% = presentase

$\sigma$  = tegangan

$\tau$  = kuat lekat

$\gamma$  = berat jenis

A = luas penampang baja

ASTM = American Society for Testing and Material

cm = centimetre

D = diameter baja ulir

$f'c$  = kuat tekan beton

gr = gram

kg = kilogram

kgf = kilogram force

kN = kilo newton

Ld = panjang penyaluran

Lt = liter

mm = mili meter

MPa = mega pascal

N = newton

P = gaya cabut

PBI = Peraturan Beton Indonesia

OPC = Ordinary Portland Cement

s = second

SNI = Standard Nasional Indonesia

*commit to user*

- V = volume
- Sp = superplasticizer
- W = berat



*commit to user*