

**ANALISIS KUAT TEKAN, KEKAKUAN (*STIFFNESS*)
DAN KEULETAN (*TOUGHNESS*) BETON RINGAN
MENGUNAKAN AGREGAT RINGAN**

SKRIPSI

**Dibuat Untuk Memenuhi Persyaratan Program Strata-1
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Tridianti Palembang**



OLEH :

**FEBBY DWI PUTRI
NPM : 1802210020**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG
2022**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Febby Dwi Putri
NIM : 1802210022
Program Studi : Teknik Sipil
Program : Strata 1 (S1)
Judul Skripsi : Analisis Kuat Tekan, Kekakuan (*Stiffness*)
dan Keuletan (*Toughness*) Beton Ringan
Menggunakan Agregat Ringan

Diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing I,



Ani Firda, S.T., M.T.

Pembimbing II,



Is Indra Syahrul Fuad, M.T.

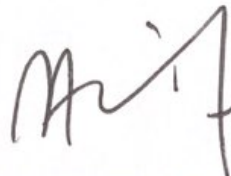
Mengesah:

Dekan Fakultas Teknik



Karnia Feroni, M.T., M.M.

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Reni Andayani, S.T., M.T.

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Febby Dwi Putri
NPM : 1802210022
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Judul Skripsi : Analisis Kuat Tekan, Kekakuan (Stiffness) dan Keuletan (Toughness) Beton Ringan Menggunakan Agregat Ringan

Dengan ini menyatakan sebenar-benarnya bahwa,

1. Skripsi dengan judul tersebut diatas adalah murni hasil karya saya sendiri, bukan hasil plagiat, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah skripsi dan disebutkan sebagai bahan referensi serta dimasukkan dalam daftar pustaka.
2. Apabila dikemudian hari penulisan skripsi ini terbukti merupakan hasil plagiat atau jiplakan dari skripsi karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan serta bersedia menerima sanksi hukum berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang "Sistem Pendidikan Nasional" pasal 70 yang berbunyi : Lulusan yang karya ilmiah yang digunakan untuk mendapatkan gelar akademik profesi atau vokasi sebagaimana dimaksud dalam pasal 25 ayat 2 (dua) terbukti merupakan jiplakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 2 tahun/ atau pidana denda paling banyak Rp.200.000.000,- (Dua ratus juta rupiah).

Demikian surat pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.



Palembang, 29 Maret 2022



(Febby Dwi Putri)

ABSTRAK

Beton merupakan material konstruksi yang mempunyai beberapa keunggulan bila dibandingkan dengan material lainnya. Disamping keunggulan itu, beton memiliki salah satu kelemahan yaitu berat jenisnya yang cukup tinggi sehingga beban mati struktur menjadi sangat besar. Beton ringan kini banyak digunakan pada berbagai proyek konstruksi, baik untuk bagian dinding dan lantai. Salah satu cara untuk memperoleh berat isi beton ringan yang sesuai dengan standarisasi yaitu dengan menggunakan agregat ringan sebagai agregat kasar beton. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan beton ringan dengan agregat ringan.

Hasil pengujian kuat tekan pada beton ringan dengan agregat ringan buatan pada umur 3, 7, 14, 21, dan 28 hari dengan hasil pengujian kuat tekan berturut-turut sebesar 10,28 MPa, 11,31 MPa, 12,44 MPa, 13,67 MPa dan 14,33 MPa. Hasil pengujian kekakuan (*stiffness*) beton ringan dengan agregat ringan buatan pada umur 28 hari dengan rata-rata 25,90 KN/mm dan pengujian keuletan (*toughness*) beton ringan dengan agregat ringan buatan pada umur 28 hari dengan rata-rata sebesar 3,11 KN/mm.

Kata Kunci: Agregat Ringan, Kuat Tekan, Kekakuan Beton dan Keuletan Beton

ABSTRACT

Concrete is a construction material that has several advantages when compared to other materials. Besides these advantages, concrete has one weakness, namely its specific gravity is quite high so that the dead load of the structure becomes very large. Lightweight concrete is now widely used in various construction projects, both for walls and floors. One way to obtain lightweight concrete in accordance with standardization is to use lightweight aggregate as coarse aggregate for concrete. In this research, the manufacture of lightweight concrete with lightweight aggregates was carried out.

The results of the compressive strength test on lightweight concrete with artificial lightweight aggregates at the ages of 3, 7, 14, 21, and 28 days with the results of the compressive strength testing of 10.28 MPa, 11.31 MPa, 12.44 MPa, 13, respectively. 67 MPa and 14.33 MPa. The results of the stiffness test of lightweight concrete with artificial lightweight aggregate at the age of 28 days with an average of 25.90 KN/mm and the ductility test of lightweight concrete with artificial lightweight aggregate at the age of 28 days with an average of 3,11 KN/mm.

Keywords: Light Aggregate, Stiffness, Toughness, and Compressive Strength.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	I
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	II
SURAT PERNYATAAN	III
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	IV
ABSTRACT	VI
KATA PENGANTAR	VIII
DAFTAR ISI	X
DAFTAR GAMBAR	XIV
DAFTAR TABEL	XVI
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengertian Beton	7
2.2 Syarat-syarat Campuran Beton	7
2.3 Sifat-Sifat Beton.....	8
2.4 Jenis-Jenis Beton.....	9

2.5 Material Penyusun Beton	10
2.5.1 Semen Portland (PC).....	11
2.5.2 Agregat.....	11
2.5.3 Air	19
2.6 Abu Terbang (<i>Fly Ash</i>)	20
2.6.1 Sifat Fisik	21
2.6.2 Sifat Kimiawi	22
2.6.3 Sifat Pozolan	22
2.6.4 Jenis-Jenis <i>Fly Ash</i>	23
2.7 <i>Epoxy Resin</i>	24
2.7.1 Karakteristik <i>Epoxy</i>	25
2.7.2 Polimer <i>Epoxy Resin</i>	26
2.7.3 Jenis <i>Epoxy Resin</i>	27
2.7.4 <i>Hardener</i>	28
2.7.5 Persentase <i>Epoxy Resin</i> dan <i>Hardener</i>	29
2.8 Deskripsi Beton Ringan	30
2.9 Kuat Tekan Beton	31
2.10 Kekakuan (<i>Stiffness</i>) Beton.....	31
2.11 Keuletan (<i>Toughness</i>) Beton.....	32
2.12 Uji Slump Beton (<i>Concrete Slump Test</i>).....	33

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	35
3.2 Diagram Alir Penelitian	36

3.3 Alat dan Bahan	38
3.3.1 Bahan	38
3.3.2 Alat	41
3.4 Pembuatan Agregat Ringan	49
3.5 Pengujian Material	50
3.5.1 Pengujian Material Agregat Halus.....	50
3.5.2 Pengujian Agregat Kasar.....	53
3.6 Desain Campuran Beton	57
3.7 Pengujian Slump	57
3.8 Pembuatan Benda Uji.....	59
3.9 Pengujian Kuat Tekan Beton	60
3.10 Pengujian Kekakuan (<i>Stiffness</i>) dan Keuletan (<i>Toughness</i>)	61
3.11 Analisa Data.....	62

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Penelitian	63
4.2 Hasil Pengujian Bahan Dasar.....	64
4.2.1 Hasil Pengujian Agregat Halus	64
4.2.2 Hasil Pengujian Agregat Kasar.....	67
4.3 Rencana Campuran	69
4.3.1 Job Mix Formula (JMF) Beton Ringan.....	70
4.4 Hasil Uji Slump Test.....	76
4.5 Pengujian Kuat Tekan.....	77
4.6 Pengujian Kekakuan (<i>Stiffness</i>)	79

4.7 Pengujian Keuletan (<i>Toughness</i>)	82
4.8 Analisis Hasil Pengujian Kuat Tekan	83
4.9 Analisis Hasil Pengujian <i>Stiffness</i> dan <i>Toughness</i>	84

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	85
5.2 Saran	85

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Beton merupakan material konstruksi yang mempunyai beberapa keunggulan bila dibandingkan dengan material konstruksi lainnya. Keunggulan-keunggulan tersebut diantaranya bahan pembentuknya didapat dengan mudah baik secara alami atau dapat dicari alternatif bahan lain sehingga harga bahan relatif murah, mudah dalam pengerjaannya, dapat dibentuk sesuai dengan keinginan, tahan terhadap cuaca, dan mudah dalam perawatannya. Disamping keunggulan tersebut diatas, beton memiliki salah satu kelemahan yaitu berat jenisnya yang cukup tinggi sehingga beban mati struktur menjadi sangat besar.

Menurut SNI 2847:2013, beton ringan (*lightweight concrete*) adalah beton yang mengandung agregat ringan dan berat volume setimbang (*equilibrium density*), sebagaimana ditetapkan oleh ASTM C567 antara 1140-1850 kg/m³. Beton ringan kini banyak digunakan pada berbagai proyek konstruksi, baik untuk bagian dinding dan lantai. Salah satu cara untuk memperoleh berat isi beton ringan yang sesuai dengan standarisasi yaitu dengan menggunakan agregat ringan sebagai agregat kasar beton.

Komposisi agregat yang digunakan harus sesuai baik mutu, jumlah, maupun ukurannya, karena kebiasaan dalam pelaksanaan penggunaan agregat selalu terjadi penyimpangan. Penyimpangan mungkin terjadi terhadap ukuran butir, gradasi butir, berat jenis, bentuk permukaan, tingkat kebersihan dan lain sebagainya.

Penyimpangan ini tentu saja akan mengakibatkan penyimpangan terhadap kualitas beton yang diinginkan.

Dalam perencanaan campuran beton, yang diharapkan adalah menghasilkan beton berkualitas baik dan mengikuti variasi-variasi sifat beton tanpa mengabaikan segi kualitas beton tersebut. Salah satu inovasinya adalah penambahan maupun penggantian agregat kasar sebagai salah satu bahan penyusun beton. Kerikil atau batu pecah (*split*) merupakan agregat kasar yang umumnya digunakan pada campuran beton. Sudah banyak penelitian yang mengkaji tentang penggantian kerikil atau batu pecah (*split*) sebagai agregat kasar dengan bahan material yang lain, salah satunya adalah limbah hasil industry. Limbah atau bahan yang sudah tidak dapat difungsikan kembali adalah salah satu bahan material yang dapat digunakan untuk pengganti agregat kasar. Sebagai contoh limbah batubara (*Fly Ash*) dan memiliki sifat kimia yang hampir sama dengan semen.

Fly Ash merupakan sisa pembakaran batu bara yang sangat halus yang memiliki kandungan silika dan alumina yang tinggi. Kehalusan butiran *Fly Ash* ini berpotensi terhadap pencemaran udara. Penanganan *Fly Ash* pada saat ini masih terbatas pada penimbunan dilahan kosong (Setiawati, 2018). Salah satu penanganan lingkungan yang dapat diterapkan adalah memanfaatkan limbah *fly ash* untuk keperluan bahan bangunan, diantaranya dengan memanfaatkan *fly ash* sebagai bahan pengganti agregat kasar pada pembuatan beton ringan.

Fly Ash yang merupakan limbah dari batubara dicampur dengan bahan kimia berupa *epoxy resin* dan *hardener* yang memiliki karakteristik kuat terhadap tekan dan

lentur. *Epoxy resin* dan *hardener* ini berfungsi sebagai pengikat dan perekat *fly ash* yang akan dibuat sebagai agregat ringan pengganti agregat kasar (*split*).

Disamping itu, untuk menunjang hal tersebut diperlukan juga beton yang mampu menahan beban berat agar tetap tegak dan kokoh. Maka diharapkan beton tersebut memiliki kekakuan (*stiffness*) dan keuletan (*toughness*) yang besar.

Kekakuan (*Stiffness*) adalah energi yang dapat diserap dan dihitung dari luas bawah diagram hubungan antara beban-lendutan dari uji lentur (Wahyono, 1996) sedangkan keuletan (*Toughness*) adalah hasil bagi antara beban dan lendutan.

Kekakuan (*Stiffness*) dan keuletan (*Toughness*) didalam suatu struktur bangunan merupakan hal yang perlu diperhatikan. Karena hal ini berkaitan dengan pembebanan. Ketika suatu struktur bangunan memiliki kekakuan dan keuletan yang tinggi maka akan meningkatkan kemampuan struktur tersebut dalam menahan beban yang ditimpakan kepada struktur tersebut dan dapat mengurangi deformasi.

Terkait dengan penjelasan diatas, pada penelitian ini penulis ingin mengetahui kuat tekan, kekakuan (*Stiffness*) dan keuletan (*Toughness*) beton ringan dengan agregat ringan buatan berbahan limbah batubara (*fly ash*) sebagai pengganti agregat kasar.

1.2. Perumusan Masalah

Berkaitan dengan latar belakang permasalahan yang telah diuraikan sebelumnya, maka perumusan masalah dari penelitian ini yaitu :

1. Berapa besar kuat tekan beton ringan yang menggunakan agregat ringan buatan?
2. Berapa besar kekakuan (*Stiffness*) dan keuletan (*Toughness*) beton ringan yang menggunakan agregat ringan buatan ?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang hendak di capai dari penelitian ini, yaitu untuk:

1. Mengetahui berapa besar kuat tekan beton ringan yang menggunakan agregat ringan buatan.
2. Mengetahui berapa besar kekakuan (*Stiffness*) dan keuletan (*Toughness*) beton ringan yang menggunakan agregat ringan buatan.

1.4. Batasan Penelitian

Untuk mencegah terjadinya perluasan masalah, maka dalam penelitian ini digunakan beberapa pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Semen yang digunakan adalah semen *Portland Composite Cement (PCC)* dengan Tipe I.
2. Agregat kasar menggunakan agregat ringan buatan berbahan *fly ash* dan *epoxy resin*.
3. *Fly Ash* berasal dari PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang.
4. *Fly Ash* ini termasuk dalam *fly ash* kelas C.
5. Agregat halus menggunakan pasir dari Tanjung Raja.
6. Cetakan untuk benda uji beton berbentuk silinder beton dengan ukuran diameter 150 mm x 300 mm dan berbentuk balok dengan ukuran 150 mm x 150 mm x 600 mm.
7. Mutu beton rencana yaitu $f'c = 30$ MPa.

8. Pengujian kuat tekan yang dilakukan pada umur 3,7,14,21 dan 28 hari, kekakuan (*Stiffness*) dan keuletan (*Toughness*) beton dilakukan pada umur 28 hari.

1.5. Manfaat Penelitian

Penyusunan penelitian ini diharapkan nantinya akan memberikan manfaat bagi semua pihak. Adapun manfaat yang dapat diambil adalah sebagai berikut :

1. Dengan memanfaatkan secara optimal *fly ash* yang merupakan limbah pembakaran batubara sebagai agregat ringan buatan untuk campuran beton ringan, dapat meningkatkan mutu dan mengurangi biaya pembelian material dalam pembuatan beton ringan.
2. Dapat mengurangi jumlah pencemaran/polusi lingkungan.
3. Menambah alternatif penggunaan material baru dalam pembuatan beton ringan.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan Laporan Tugas Akhir terbagi dalam beberapa bab dengan perincian sebagai berikut:

BAB IPENDAHULUAN

Bab ini berisi gambaran umum dari penelitian yang memuat latar belakang, perumusan masalah, maksud dan tujuan, manfaat penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini akan mengulas mengenai beberapa teori tentang beton, material pembentuk beton, faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton ringan, sifat bahan, definisi bahan tambah, abu terbang (*Fly ash*), epoxy dan resin, kekakuan (*stiffness*) dan keuletan (*toughness*) serta jenis-jenis bahan tambah dan kegunaannya.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini akan menguraikan mengenai uraian umum, tata cara dan langkah-langkah pelaksanaan serta pengujian material, pemeriksaan adukan beton, pembuatan benda uji, perawatan beton (*curing*), dan uji kuat tekan.

BAB IV HASIL DAN ANALISIS PENGUJIAN

Bab ini menyajikan mengenai analisis data hasil penelitian yang disajikan dalam bentuk tabel, gambar, dan grafik.

BAB V PENUTUP

Bab ini memuat mengenai kesimpulan yang diperoleh dari penelitian dan saran yang berguna untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI, Committee 211, *Standard Practice for Selecting Proportions for Structural Lightweight Concrete*, ACI 211.2-98 (Reapproved 2004), American Concrete Institute, Farmington Hills, Michigan, 2004.
- ASTM C567-05a, *Standard Test Method for Determining Density of Structural Lightweight Concrete*, ASTM International, West Conshohocken, Pennsylvania, 2005.
- ASTM C330-05, *Standard Specification for Lightweight Aggregates for Structural Concrete*, ASTM International, West Conshohocken, Pennsylvania, 2005
- Aginam, C. H., Chidolue, C. A., & Nwakire, C. (2013). Investigating the effects of coarse aggregate types on the compressive strength of concrete. *International Journal of Engineering Research and Applications*, 3(4), 1140-1144.
- ASTM D1652-11 (2019), *Standard Test Method for Epoxy Content of Epoxy Resins*, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2019
- Bogas, J. A., & Gomes, A. (2013). Compressive behavior and failure modes of structural lightweight aggregate concrete—Characterization and strength prediction. *Materials & Design*, 46, 832-841.
- Bhakti, M. H., Olivia, M., & Kamaldi, A. (2015). *Agregat Buatan Geopolimer dengan Bahan Dasar Abu Terbang (Fly Ash) dan Abu Sawit (Palm Oil Fuel Ash)* (Doctoral dissertation, Riau University).
- Puspita, F. F., Aulia, T. B., & Afifuddin, M. (2018). Analisis Retak Lentur Pada Balok Beton Bertulang Mutu Tinggi Yang Diperbaiki Dengan Injeksi Epoxy. *Jurnal Teknik Sipil*, 1(4), 831-844.
- Firda, A., Permatasari, R., & Fuad, I. S. (2021). Pemanfaatan Limbah Batubara (Fly Ash) Sebagai Material Pengganti Agregat Kasar Pada Pembuatan Beton Ringan. *Jurnal Deformasi*, 6(1), 1-8.
- Hutagalung, M., Setiawan, Y., Lie, H. A., & Sabdono, P. (2013). Pengaruh Bentuk dan Konfigurasi Agregat terhadap Kuat Tekan Mortar. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 2(3), 305-316.
- Kasyanto, H., & Susanto, A. (2020). Studi Eksperimen Tekan Beton Mutu Tinggi dengan Substitusi Parsial Agregat Alwa Cilacap terhadap Agregat Kasar. *Potensi: Jurnal Sipil Politeknik*, 22(2), 123-128.

- Nugroho, P dan Antoni, 2007. *Teknologi Beton*. Andi Offset: Yogyakarta
- Putranto, S. (2016). Pengaruh fly ash sebagai bahan tambah beton ringan foam terhadap berat jenis, kuat tekan dan daya serap air, untuk material dinding struktur sebagai suplemen pada pembelajaran mata kuliah teknologi beton.
- Rommel, E. (2013). Pembuatan Beton Ringan Dari Agregat Buatan Berbahan Plastik. *Jurnal Gamma*, 9(1).
- Sambowo, K. A., Apriyanto, F., Prihantono, P., & Sumarsono, R. A. (2021, March). Study of Fly Ash Plastic (FAPET) as alternative lightweight aggregate in concrete. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 1098, No. 2, p. 022080). IOP Publishing.
- Sim, J., Kang, Y., Kim, B. J., Park, Y. H., & Lee, Y. C. (2020). Preparation of fly ash/epoxy composites and its effects on mechanical properties. *Polymers*, 12(1), 79.
- Singla, M., & Chawla, V. (2010). Mechanical properties of epoxy resin–fly ash composite. *Journal of Minerals & Materials Characterization & Engineering*, 9(3), 199-210.
- SK-SNI-T-15-1991-03. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Bangunan Gedung*. Departemen Pekerjaan Umum
- Suseno, H., Setyowati, E. W., & Hariono, B. (2012). Pengaruh Variasi Proporsi Campuran dan Penambahan Superplasticizer Terhadap Slump, Berat Isi dan Kuat Tekan Beton Ringan Struktural Beragregat Batuan Andesit Piroksen. *Rekayasa Sipil*, 2(3), 241-253.
- SNI 2847.2013. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. SNI, Indonesia
- SNI 1970-2008. *Uji berat jenis dan penyerapan agregat halus*. Departemen Pekerjaan Umum
- Tjokrodinuljo, 2007. *Teknologi Beton*. Biro Penerbit: Yogyakarta
- Widyawati, R. (2012). Perbandingan Kuat Tekan Beton Ringan Dengan Metoda Rancang campur Aci Dan Dreux-corrise. *Rekayasa: Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Lampung*, 15(2), 109-120.