



**PENGARUH PENGGUNAAN VERMIKULIT SEBAGAI
SUBSITUSI AGREGAT HALUS PADA CAMPURAN BETON
TERHADAP KUAT TEKAN**

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik**



Disusun oleh:

TATA ARDHITA PRAMESTI

20011101007

**JAKARTA GLOBAL UNIVERSITY
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

2024

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Jakarta, 07 Agustus 2024

Mahasiswa,



Tata Ardhita Pramesti

200111101007

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Proposal ini diajukan oleh :
Nama Mahasiswa : Tata Ardhita Pramesti
NIM : 200111101007
Semester/Jurusan : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Pengaruh Penggunaan Vermikulit Sebagai
Substitusi Agregat Halus Pada Campuran Beton
Terhadap Kuat Tekan

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Global Jakarta.

DEWAN PEMBIMBING

Pembimbing 1 : Lintang Dian Artanti, S.Tr.T., M.Tr.T (



)

Pembimbing 2 : Ribut Nawang Sari, S.T., M.T. (



)

Ditetapkan di : Depok
Tanggal : 07 Agustus 2024

HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama Mahasiswa : Tata Ardhita Pramesti
NIM : 200111101007
Semester/Jurusan : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Pengaruh Penggunaan Vermikulit Sebagai
Substitusi Agregat Halus Pada Campuran Beton
Terhadap Kuat Tekan

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Global Jakarta.

DEWAN PENGUJI

Penguji 1 : Dedy Rutama, S.T., M.T

Penguji 2 : Ir. Sumudi Kartono, SpI

Penguji 3 : Agastyasa Ghea Amarta, S.Tr.T., M.Tr.T

Ditetapkan di : Depok
Tanggal : 07 Agustus 2024

()
()
()

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat- Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Pengaruh Penggunaan Vermikulit Sebagai Substitusi Agregat Halus Pada Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan”. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Sipil pada Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Lintang Dian Artanti, S.Tr.T., M.Tr.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
2. Ribut Nawang Sari, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
3. Alm. Mama saya Lilik Suwarni yang telah menjadi penyemangat saya untuk menyelesaikan skripsi ini;
4. Keluarga besar saya di Nganjuk yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;
5. Keluarga besar Hj. Syarif yang telah memberikan dukungan berupa moral dan material;
6. Seluruh pimpinan dan staf Laboratorium Sipil Burangkeng yang telah membantu menyelesaikan penelitian skripsi ini;
7. Anggota treasure dan seventeen yang telah menjadi salah satu penyemangat dalam mengerjakan skripsi ini dengan karya lagu mereka;
8. Teman-teman kardo, bambang dan disya yang telah membantu saya dalam penelitian di laboratorium;

9. Kawan – kawan angkatan 2020 yang telah bersama berjuang sampai saat ini dan saling memberi dukungan satu sama lain semoga kita semua dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan lancar.

Jakarta, 07 Agustus 2024
Penulis

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Global Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Tata Ardhita Pramesti
NPM : 200111101007
Program Studi : Teknik Sipil
Jenis Karya Ilmiah : Skripsi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Global Jakarta **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

PENGARUH PENGGUNAAN VERMIKULIT SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT HALUS PADA CAMPURAN BETON TERHADAP KUAT TEKAN

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Non-eksklusif ini Universitas Global Jakarta berhak menyimpan, mengalih-media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 07 Agustus 2024

Yang menyatakan



Tata Ardhita Pramesti
200111101007

ABSTRAK

Beton mengalami kemajuan dalam teknologi dan bahan pada dunia konstruksi. Salah satu aspeknya adalah pengembangan material tambahan yang memiliki kandungan senyawa kimia hampir sama dengan semen portland. Vermikulit merupakan mineral mika yang memiliki kandungan mineral yang hampir sama dengan semen portland. Penggunaan vermiculit dalam beton diharapkan mampu menjadikan beton yang karakteristik yang lebih baik. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh dari penggunaan vermiculit sebagai pengganti sebagian agregat halus dengan variasi 1%, 3%, dan 5% dimana variasi 0% sebagai variabel kontrol. Hasil dari pengujian kuat tekannya menurun dari variabel kontrol sebesar 10%, 14%, dan 19% pada 7 hari sedangkan pada 28 hari mengalami penurunan sebesar 4%, 9%, dan 12%. Namun mengurangi berat jenis beton yang semakin bertambahnya presentase semakin ringan dan penyerapan air meningkat sehingga menyebabkan beton pori, hal ini memungkinkan mengurangi konduktivitas termal mortar sehingga menjadikan isolasi termal yang lebih baik.

Kata kunci : Beton, Vermikulit, Kandungan Mineral, Kuat Tekan, Penyerapan Air

ABSTRACT

Concrete has experienced advances in technology and materials in the world of construction. One aspect is the development of additional materials that contain chemical compounds almost the same as Portland cement. Vermiculite is a mica mineral which has almost the same mineral content as Portland cement. The use of vermiculite in concrete is expected to produce concrete with better characteristics. The main objective of this research is to analyze the effect of using vermiculite as a partial replacement for fine aggregate with variations of 1%, 3%, and 5% where the 0% variation is the control variable. The results of the compressive strength test decreased from the control variable by 10%, 14%, and 19% at 7 days, while at 28 days it decreased by 4%, 9%, and 12%. However, reducing the specific gravity of the concrete by increasing the percentage becomes lighter and water absorption increases, causing the concrete to pore, this allows reducing the thermal conductivity of the mortar thereby providing better thermal insulation.

Keywords: *Concrete, Vermiculite, Mineral Content, Compressive Strength, absorption*

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI	ii
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI.....	iv
KATA PENGANTAR	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI AKADEMIS	vii
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Lokasi Penelitian	2
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Batasan Masalah.....	3
1.7 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Sebelumnya	5
2.2 Pengertian Beton	9
2.3 Jenis – Jenis Beton	10
2.3.1 Beton Berdasarkan Kelas Dan Mutu Beton	10
2.3.2 Beton Berdasarkan Jenis	11

2.4	Sifat - Sifat Beton	12
2.4.1	Kuat Tekan (Compressive Strength).....	12
2.4.2	Kuat Tarik (Tensile Strength)	12
2.4.3	Kuat Geser.....	13
2.4.4	Workability	13
2.4.5	Tahan Lama (<i>Durability</i>)	13
2.4.6	Ketahanan Terhadap Air (<i>Water Resistance</i>).....	13
2.4.7	Sifat Rangkak Dan Sifat Susut.....	14
2.5	Jenis Material Penyusun	14
2.5.1	Semen.....	15
2.5.2	Agregat.....	16
2.5.3	Air	18
2.6	Vermikulit	19
2.7	Metode Perancangan campuran beton (<i>mix design</i>)	21
2.8	Perawatan Beton (<i>curing</i>).....	21
2.9	Kuat Tekan	23
BAB III	METODE PENELITIAN	24
3.1	Diagram Alir Penelitian.....	24
3.2	Metodologi Penelitian	25
3.3	Alat dan Bahan Penelitian	25
3.3.1	Alat yang digunakan pada penelitian	25
3.3.2	Bahan yang akan digunakan pada penelitian	34
3.4	Prosedur Pengujian Bahan.....	36
3.4.1	Pengujian Agregat Halus.....	36
3.4.2	Pengujian Agregat Kasar.....	40
3.4.3	Pengujian Vermikulit	44

3.5	Perencanaan Campuran Beton (<i>Mix Desain</i>)	46
3.6	Pembuatan Campuran Adukan.....	49
3.7	Pengujian <i>slump</i>	50
3.8	Pembuatan Benda Uji Kubus	51
3.9	Perawatan Benda Uji	52
3.10	Pengujian Benda Uji Kubus.....	52
3.11	Analisis data.....	52
3.11.1	Analisis Data Menggunakan Aplikasi SPSS.....	53
3.12	Penarikan Kesimpulan	62
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	63
4.1	Hasil Penelitian Bahan Penyusun Beton	63
4.1.1	Agregat Halus.....	63
4.1.2	Agregat Kasar.....	66
4.1.3	Vermikulit	69
4.2	Hasil Perancangan Campuran Beton (<i>Mix Design</i>).....	72
4.3	Pengujian Beton Segar	77
4.3.1	Hasil Pengujian <i>Slump</i>	78
4.3.2	Hasil Pengujian Berat Isi Beton Segar (<i>Density Fresh Concrete</i>) ..	80
4.3.3	Hasil Pengujian M/C (<i>Moisture Content</i>) Beton Segar.....	84
4.4	Pengujian Berat Jenis	87
4.5	Pengujian Kuat Tekan	89
4.5.1	Hasil kuat tekan beton pada 7 hari.....	89
4.5.2	Hasil kuat tekan beton pada 28 hari	92
4.6	Analisis data dengan SPSS.....	97
4.6.1	Hasil Uji Normalitas	97
4.6.2	Hasil Uji Linearitas	98

4.6.3	Hasil Uji Hipotesis	100
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	103
5.1	Kesimpulan.....	103
5.2	Saran.....	104
DAFTAR PUSTAKA		105
LAMPIRAN		108

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bangunan konstruksi pada umumnya menggunakan beton sebagai bahan struktur utama, hal ini dikarenakan beton memiliki beberapa sifat yang menguntungkan diantaranya seperti bahan baku beton yang mudah didapat, harga relatif murah, mudah dibentuk sesuai kebutuhan dan tidak memerlukan yang terlalu mahal untuk melakukan perawatannya. Seiring perkembangan beton pada dunia konstruksi berupa pengembangan pada teknologi dan bahan beton yang tentunya menyesuaikan dengan kondisi alam yang terus berubah.

Kemajuan dalam ilmu pengetahuan dan teknologi dalam industri konstruksi mencakup penelitian terhadap material baru yang dapat meningkatkan karakteristik beton. Salah satu aspeknya adalah pengembangan material tambahan yang memiliki kandungan senyawa kimia hampir sama dengan semen portland. Dalam konteks ini, bahan tambahan seperti vermikulit menjadi pilihan karena memiliki kandungan senyawa kimia seperti silica (Si), aluminium (Al), besi (Fe), magnesium (Mg) dan kalium (K) yang juga dimiliki pada semen portland.

(Syahril & Lintang, 2021) Penambahan vermikulit pada campuran beton segar dengan variasi 0%, 10%, 20%, dan 30% mendapatkan hasil semakin besar penambahan vermikulit pada campuran beton nilai slump yang didapat semakin menurun namun berat isi semakin kecil. Adonan campuran beton yang ditambah dengan vermikulit lebih kering, selain itu hasil beton yang dibuat dengan penambahan vermikulit cenderung akan memiliki berat yang lebih ringan daripada beton pada umumnya.

Penggunaan vermikulit sebagai pengganti sebagian semen dalam campuran beton dengan kuat tekan rencana sebesar 28 Mpa dengan persentase 10%, 20%, dan 30% yang didapatkan meningkatnya kuat tekan pada persentase 10% sebesar 28,67 Mpa pada 28 hari. (Dimailig dkk., 2019)

Pada penelitian yang dilakukan George menyatakan bahwa vermikulit umumnya menunjukkan ketahanan panas hingga 1200°C dan memiliki koefisien isolasi termal yang tinggi sebesar 0,046 W/m°C. Memanfaatkan sifat-sifat tersebut,

vermikulit dimasukkan ke dalam beton dengan mensubstitusi agregat halus dengan persentase yang bervariasi yaitu 40%, 50%, dan 60%, dengan target kuat tekan 30 MPa. Hasil yang diperoleh menunjukkan kuat tekan rata-rata 44 MPa pada umur 28 hari dengan penambahan vermikulit 40%. Dimasukkannya vermikulit ke dalam beton meningkatkan ketahanan panasnya sekaligus mengurangi penyusutan dan retak, sehingga berkontribusi terhadap ketahanan struktur beton secara keseluruhan.

Dari uraian latar belakang diatas mengenai penambahan vermikulit yang dimana penelitian tentang vermikulit sebagai campuran bahan beton masih sangat terbatas di indonesia, oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh vermikulit terhadap beton normal. Diharapkan penelitian ini dapat memperbaiki karakteristik beton secara keseluruhan dan menjadi wawasan serta salah satu perkembangan dari inovasi teknologi dan bahan pembuatan beton serta menyumbang pengetahuan mengenai pengaruh percampuran vermikulit pada beton.

1.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Sipil Burangkeng yang beralamat Jl. Cinyosog, Burangkeng, Kec. Setu, Kota Bekasi, Jawa Barat 17320.



Gambar 1. 1 Pertemuan Penandatanganan MoU JGU dan LSB

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan yang akan dibahas yaitu :

1. Bagaimana pengaruh dari substitusi agregat halus pada beton menggunakan bahan vermikulit dengan variasi yaitu 0%, 1%, 3%, 5% terhadap beton segar?

2. Bagaimana pengaruh dari substitusi agregat halus pada beton menggunakan bahan vermikulit dengan variasi yaitu 0%, 1%, 3%, 5% terhadap kuat tekan beton?
3. Berapa nilai berat jenis beton dan kuat tekan beton yang didapat dari substitusi agregat halus pada beton menggunakan bahan vermikulit dengan variasi yaitu 0%, 1%, 3%, 5% pada umur 7 hari dan 28 hari ?

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian skripsi ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh dari penggunaan vermikulit sebagai substitusi agregat halus terhadap beton segar.
2. Mengetahui pengaruh dari penggunaan vermikulit sebagai substitusi agregat halus terhadap terhadap kuat tekan beton.
3. Mengetahui nilai kuat tekan beton yang disubstitusi agregat halus pada beton menggunakan bahan vermikulit dengan variasi yaitu 0%, 1%, 3%, 5% pada umur 7 hari dan 28 hari.

1.5 Manfaat Penelitian

Dari penulisan hasil penelitian ini diharapkan menghasilkan inovasi beton campuran yang dapat memperbaiki karakteristik beton secara keseluruhan. Selain itu juga dapat memberikan pengetahuan kepada pembaca, khususnya diri penulis mengenai wawasan pengembangan konstruksi serta wawasan pengetahuan dalam ilmu teknik sipil khususnya dalam teknologi bahan konstruksi dan menyumbang pengetahuan mengenai pengaruh percampuran vermikulit pada beton.

1.6 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah di atas, penulis memberikan batasan masalah agar penelitian ini dapat terfokus dan terarah pada tujuan utamanya, maka penulis mengambil kesimpulan bahwa objek penelitian dibatasi hanya pada pengaruh vermikulit sebagai substitusi agregat halus pada campuran beton terhadap kuat tekan beton, yang dimaksud dalam ruang lingkup sebagai berikut :

1. Beton yang digunakan adalah jenis beton dengan mutu rencana K 350 kg/cm^2 , yang material didapat dari Laboratorium Sipil Burangkeng

2. Membuat *job mix design* dengan mensubstitusi agregat halus dengan vermikulit dengan persentase 0%, 1%, 3%, 5% dimana variasi vermikulit 0% sebagai variabel kontrol.
3. Menggunakan 6 sampel benda uji pada setiap variasi penggunaan vermikulit.
4. Pengujian berat dan kuat tekan beton dilakukan saat umur 7 hari dan 28 hari.
5. Benda yang akan di uji dalam penelitian ini adalah bentuk kubus dengan ukuran 15cm x 15cm x 15cm.

1.7 Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini terdiri dari 5 bab dengan beberapa sub bab pembahasan pada setiap bab. Untuk lebih mempermudah memahami skripsi ini maka dibuat sistematika penulisan sebagai berikut:

1. Bab I Pendahuluan

Pada bab ini akan dibahas mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

2. Bab II Tinjauan Pustaka

Dalam bab ini menjelaskan tentang studi literatur, landasan teori beton, material penyusun beton, bahan tambah limbah serat bubut besi, pengadukan (pencampuran) beton, perawatan beton, dan kuat tekan.

3. Bab III Metode Penelitian

Berisi tentang pemaparan dari diagram alir yang sudah dibuat mengenai studi literatur, pemilihan bahan, pengujian bahan, *mix design*, pengadukan campuran, pengujian slump, pembuatan dan perawatan benda uji, pengujian kuat tekan, serta analisis data.

4. Bab IV Hasil Pembahasan

Berisikan tentang pengolahan data, pembahasan perencanaan dan analisisnya serta prosedur pengolahan data mulai dari cara pengumpulannya sampai dengan analisis dan perhitungannya hingga didapat hasil akhir yang ingin dicapai.

5. Bab V Penutup

Pada bab penutup ini berisikan tentang kesimpulan yang didapatkan dari penulisan tugas akhir ini, dan memberikan saran-saran yang sifatnya membangun.

DAFTAR PUSTAKA

- Astanto Budi. (2001). *Konstruksi Beton Bertulang*. Kanisius.
- ASTM C33. (2003). *Standard Specification for Concrete Aggregates 1*.
- ASTM C39. (2001). *Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens 1*.
- ASTM C117. (2004). *Standard Test Method for Materials Finer than 75- μ m (No. 200) Sieve in Mineral Aggregates by Washing 1*. www.astm.org
- ASTM C127. (2015). *Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Aggregate 1*. <https://doi.org/10.1520/C0127-15>
- ASTM C128. (2009). *Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate 1*. www.astm.org,
- ASTM C187. (2004). *Designation: C 187-04 Standard Test Method for Normal Consistency of Hydraulic Cement 1*. www.astm.org
- Badan Standardisasi Nasional, B. (2000). *SNI 03-2834-2000 Tata cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*.
- Badan Standardisasi Nasional, B. (2004). *SNI 15-2049-2004 Semen portland*.
- Badan Standardisasi Nasional, B. (2008). *SNI 1972:2008 Cara uji slump beton ICS 91.100.30 Badan Standardisasi Nasional*.
- Badan Standardisasi Nasional, B. (2011a). *SNI 1974:2011 Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder*. www.bsn.go.id
- Badan Standardisasi Nasional, B. (2011b). *SNI 2493:2011 Tata cara pembuatan dan perawatan benda uji beton di laboratorium*. www.bsn.go.id
- Badan Standardisasi Nasional, B. (2013). *SNI-2847-2013 Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung Badan Standardisasi Nasional*. www.bsn.go.id

- Bangsa Ryan Puspa. (2023, October 30). *Kenali Jenis-Jenis Beton dan Penggunaan Betonmix* Artikel ini telah tayang di halaman gatra.com dengan judul "Kenali Jenis-Jenis Beton dan Penggunaan Betonmix". . <https://Www.Gatra.Com/>.
- BS EN 12390-3:2000. (2019). *Testing hardened concrete-part 1 : Shape, dimensions and other requirements for specimens and moulds*.
- BSN. (2004). *Standar Nasional Indonesia Semen portland ICS 91.100.10 Badan Standardisasi Nasional*.
- BSN. (2016a). *SNI 1969:2016 Metode uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar*. www.bsn.go.id
- BSN. (2016b). *SNI 1970:2016 Metode Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus*.
- Dian Artanti, L., & Mushthofa, M. (2023). *Pengaruh penambahan vermikulit pada beton normal terhadap kuat lentur balok terdukung sederhana*.
- Dian, L., & Syahril, S. (2023). Effect of vermiculite addition on the compressive strength of concrete. *AIP Conference Proceedings*, 2568. <https://doi.org/10.1063/5.0115987>
- Dimailig, O. S., Jewel Caprangca, K. E., Gonda, A. O., & Villanueva, J. V. (2019). *International Journal of Advanced Research and Publications Potentiality Of Pulverized Commercially Available Vermiculite As Partial Replacement To Ordinary Portland Cement In Concrete Mix*. www.ijarp.org
- Dinas Pekerjaan Umum Perumahan dan Kawasan Permukiman Kabupaten Kulon Progo. (n.d.). *KELAS DAN MUTU BETON*.
- Direktorat Jendral Cipta Karya, D. D. P. M. B. (1997). *pbi-1971-peraturan-beton-bertulang-indonesia*.
- George, D. (2019). Study On Concrete With Replancement Of Fine Aggregates By Vermikulit. In *International Journal of New Technology and Research* (Issue 2). www.ijntr.org

- Mulya Syidiq. (2022, February 18). *Yuk Ketahui Tipe Semen Sesuai Fungsi Bangunan*.
- Murdock. L.J, & Brook. K.M. (1991). *Bahan dan Praktek Beton* (Keempat). Erlangga Jakarta.
- Pekerjaan Umum, D. (2002). *SK SNI T-03-3449-2002 Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Ringan Dengan Agregat Ringan*.
- Prakash, K. E., Sangeetha, D. M., & Bagwan, S. (2019). An experimental study on partial replacement of fine aggregate by vermiculate and cement by marble powder. In *Lecture Notes in Civil Engineering* (Vol. 25, pp. 897–906). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-13-3317-0_80
- Pretty, D. (2009). *Studi Karakteristik Fisik dan Mekanis Beton Ringan Beragregat Kasar Ringan Daur Ulang Botol Plastik Shampo Polietilen Densitas Tinggi (HDPE)*.
- Raihan Riandi, M., Uli, P., Artanti, L. D., Rio Eka Shaputra, M., & Author, C. (2023). *PENGARUH PENAMBAHAN VERMIKULIT TERHADAP KUAT LENTUR BETON MUTU RENDAH DENGAN SIMULASI BANJIR AIR LAUT*.
- Sugiyono. (2019). *Interval Koefisien Korelasi Antarvariabel Sugiyono 2019:255*.
- Syahril, & Lintang, D. A. (2021). *KAJIAN PENGARUH PENAMBAHAN VERMIKULIT TERHADAP BETON SEGAR*. <https://doi.org/https://doi.org/10.35313/potensi.v23i1.2434>