

PENGARUH PENAMBAHAN VERMIKULIT TERHADAP KUAT LENTUR BETON MUTU RENDAH DENGAN SIMULASI BANJIR AIR LAUT

Syahril^{1,*}, Mujiman¹, Desutama R.¹, M. Raihan Riandi¹, Pita Uli¹, Lintang D. Artanti¹, M. Rio Eka Shaputra¹

¹Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bandung
Jl. Gegerkalong Hilir, Bandung 40559, Indonesia

^{*}Correspondent Author: Syahril_polban@yahoo.com

Abstract

The condition of high tides causing flooding or what is called tidal flooding is a condition that has a negative impact on the surrounding area, especially construction buildings. Construction buildings that are submerged in sea water can experience corrosion in the building structure. The addition or substitution of certain ingredients that can minimize the influence of minerals and salts contained in sea water, such as vermiculite, can be an alternative to this problem. Vermiculite material has the ability to absorb water and can extract heavy metal salts from water. This research was carried out by adding vermiculite to the concrete mixture at 0% (normal concrete), 12%, 24% and 36%, which was then tested on fresh concrete mixture (slump and bulk density testing). The test object used is in the form of a block with dimensions of 100mm × 100mm × 500mm. Concrete flexural strength testing was carried out on test objects that had been soaked using sea water and ordinary water as a comparison. The highest flexural strength value of concrete was in the mixture with a percentage value of 36%, namely 2.91 MPa for concrete submerged in sea water and 2.86 MPa for concrete submerged in plain water. The addition of vermiculite material can increase the flexural strength value of concrete along with the percentage level of the vermiculite mixture.

Keywords: beton vermikulit, kuat lentur, air laut

PENDAHULUAN

Banjir yang disebabkan oleh pasangny air laut atau banjir rob sering menimbulkan permasalahan pada area yang tercangkup. Meningkatnya intensitas air laut oleh pemanasan global mengakibatkan banjir rob semakin sering terjadi (Triana & Hidayah, 2020). Pada bidang bangunan konstruksi juga memiliki potensi mengalami kerusakan ketika terdampak banjir rob. Kerusakan pada bangunan disebabkan oleh kandungan mineral dan garam

yang terdapat pada air laut mengakibatkan terjadinya proses korosi yang sangat berbahaya pada struktur bangunan (Wedhanto, 2017). Korosi dapat menyebabkan percepatan penurunan kekuatan pada suatu struktur. Pencegahan korosi dalam bangunan diperlukan pencampuran material yang memiliki sifat daya serap air yang kuat dan mampu bertahan dengan kandungan garam pada air laut, salah satu solusi yang dapat digunakan adalah dengan penambahan material vermikulit.

Vermikulit merupakan material yang berasal dari pemanasan dari kepingan mineral silica, di dalamnya juga terkandung potassium. Vermikulit mampu menyerap air dalam jumlah besar dan cepat, karena memiliki porositas yang tinggi. Dan menurut (Erofeevskya & Aleksandrov, 2021) vermikulit berwarna kuning perunggu hingga coklat kehijauan, struktur mendekati dengan *montmorillonite*. Proses pembuatan Vermikulit terdiri dari pemanasan kepingan mika yang mengandung potassium dan kalsium (Amalia & Hendry, 2014; Koksall et al., 2015). Pembuatan beton ringan dengan substitusi vermikulit memiliki sifat penyerapan air yang lebih tinggi daripada beton yang menggunakan substitusi EPS (Schackow et al., 2014).

Penggunaan vermikulit sebagai substitusi agregat halus pada beton dapat meningkatkan kekuatan beton dan ketahanannya terhadap suhu tinggi (Mo et al., 2018). Pada penelitian ini dilakukan pengujian pada benda uji *lean concrete* yang ditambahkan material vermikulit dengan simulasi terendam air laut untuk mengetahui karakteristik kuat lentur pada benda uji.

METODE PENELITIAN

Sifat mekanik dari beton yang paling penting adalah kekuatannya. Kuat tekan beton berbanding lurus dengan kualitas beton itu sendiri. Menurut (Ekinici & Kelesoglu, 2014) pengertian dari kuat tekan beton adalah besarnya beban yang diterima per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur apabila melebihi

kapasitasnya. Pedoman untuk pengujian kuat tekan beton ini adalah SNI 03-1974-1990. Menurut (Akpokodje et al., 2019) kuat lentur beton adalah kemampuan beton yang diletakkan diatas dua tumpuan yang menahan gaya tegak lurus sumbu sampai beton tersebut mengalami kegagalan. Uji lentur beton dilakukan sesuai dengan prosedur yang direkomendasikan ASTM. Pada penelitian ini terdapat dua macam pengujian kuat lentur beton yaitu kuat lentur satu titik pembebanan dengan pedoman ASTM C293 pada Gambar 1 dan kuat lentur dua titik pembebanan dengan pedoman ASTM C78 atau SNI 4431:2011 pada Gambar 2.

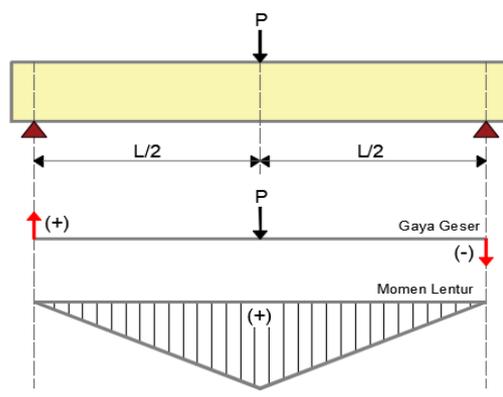
Material yang digunakan dalam proses pembuatan beton adalah agregat halus yang berasal dari daerah Galunggung, agregat kasar yang berasal dari Cimalaka, semen dengan merk Dynamix dan vermikulit dari PT.IPI Sunijaya (Gambar 3.) serta air yang berasal dari Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Bandung. Air laut yang digunakan yaitu air laut yang diambil dari Pantai Ancol.

Tahapan awal yang dilakukan pada penelitian ini adalah mencari bahan dasar untuk pembuatan beton seperti agregat kasar, agregat halus dan semen. Kriteria yang digunakan dalam tahap awal pemilihan bahan dasar campuran beton ini adalah yang paling mudah didapat dari area sekitar tempat pengujian. Selanjutnya bahan-bahan tersebut diuji dengan standar-standar yang ada dan digunakan di Indonesia, pengujian material ini dilakukan di

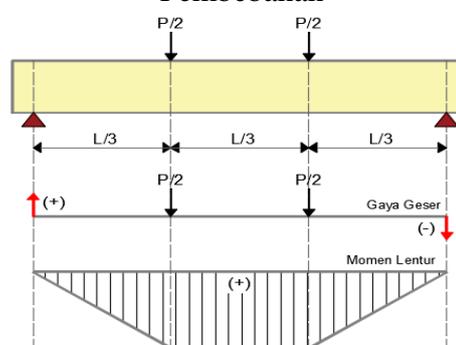
laboratorium Bahan Politeknik Negeri Bandung.

Setelah dilakukan pengujian material dan semua material telah memenuhi standar-standar yang ada maka langkah selanjutnya adalah pembuatan proporsi campuran beton (mix design) dengan pedoman SNI 2834 :2000 dengan desain mutu sebesar f_c' 15 MPa. Benda uji yang digunakan berbentuk balok dimensi 100mm x 100mm x 500mm. Kuat lentur direncanakan 10% dari kuat tekan beton yaitu sebesar 1,5 MPa. Desain campuran yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Pengujian kuat lentur beton dilakukan saat benda uji beton berumur 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari. Benda uji beton yang akan disimulasikan terkena rendaman banjir air laut direndam di dalam bak/kolam yang berisi air laut selama 28 hari. Beton yang telah direndam dengan air laut tersebut kemudian diuji kuat tarik lenturnya, hal ini dilakukan untuk mengetahui perubahan kekuatan yang terjadi ketika terendam dengan banjir air laut dan sebelum terendam banjir air laut.



Gambar 1. Bidang Geser dan Momen Kuat Tekan Lentur Satu Titik Pembebanan



Gambar 2. Bidang Geser dan Momen Kuat Tekan Lentur Dua Titik Pembebanan



Gambar 3. Material vermikulit

Tabel 1. Desain Campuran Beton Vermikulit

Kode Benda Uji	Semen (kg/m^3)	Agregat Kasar (kg/m^3)	Agregat Halus (kg/m^3)	Air (kg/m^3)	Vermikulit (%)
B0%	302,129	937,497	595,010	210,485	0%
B12%	302,129	937,497	595,010	210,485	12%
B24%	302,129	937,497	595,010	210,485	24%
B36%	302,129	937,497	595,010	210,485	36%

HASIL DAN PEMBAHASAN

Standar dari beberapa pengujian agregat kasar yang berasal dari daerah Cimalaka ditunjukkan pada Tabel 2. Setelah dilakukan pengujian-pengujian untuk mengetahui tingkat kelayakan dari agregat kasar yang akan digunakan, secara keseluruhan agregat kasar sudah baik dan memenuhi syarat namun dikarenakan agregat kasar tersebut memiliki kadar lumpur yang melebihi standar yang ada maka perlu dilakukan pencucian agregat halus untuk mengurangi kandungan lumpur yang ada pada agregat kasar. Pencucian ini dilakukan dengan menyiram sedikit demi sedikit dari agregat yang akan digunakan dengan air bersih, kemudian air kandungan lumpur yang ada pada agregat tersebut akan sedikit demi sedikit ikut terangkat bersama air yang kemudian air ini dibuang. Hal tersebut dilakukan secara terus menerus hingga air yang digunakan untuk mencuci agregat sudah mulai terlihat bening (tidak keruh).

Tabel 3 merupakan hasil dari beberapa pengujian agregat halus yang

berasal dari daerah Galunggung. Setelah dilakukan pengujian pada agregat halus ini, dapat disimpulkan bahwa agregat halus sudah layak dan siap untuk digunakan sebagai campuran beton. Sedangkan Tabel 4 di bawah merupakan hasil dari beberapa pengujian semen (merk: Dynamix) yang digunakan sebagai campuran dalam beton. Jika dilihat dari hasil pengujian pada semen yang tersaji, sebagian besar sudah memenuhi standar yang berlaku di Indonesia. Namun sangat disayangkan berat jenisnya kurang memenuhi standard yang ada, sebelumnya juga sudah dilakukan pengujian ada merk-merk lain yang juga banyak beredar dipasaran dan hasilnya kurang lebih sama dengan merk Dynamix ini. Tabel 5 dan Tabel 6 di bawah merupakan hasil dari beberapa pengujian yang telah dilakukan terhadap vermikulit yang berasal dari PT.IPI Sunijaya. Pengujian kuat lentur beton dilakukan pada saat benda uji telah melalui perendaman dengan air biasa pada Gambar 4 (a) dan air laut selama 28 hari seperti pada Gambar 5 (b).

Tabel 2. Pengujian Agregat Kasar

No	Pengujian	Hasil	Standar
1	Kadar Lumpur / Kadar Butir Halus	2,66%	Kadar butir agregat kasar < 1%
2	Berat Jenis	2,64	2,4 - 2,9
3	Analisa Ayak	Ukuran Maksimum : 25mm	
4	Abrasi	16,30%	< 50%
5	Kadar Air Lapangan	4,04%	-
6	Penyerapan Air	3,56%	-
7	Berat Isi	1,47 kg/liter	-

Tabel 3. Hasil Pengujian Agregat Halus

No	Pengujian	Hasil	Standar
1	Kadar Organik	No. 1	No. 1
2	Kadar Lumpur / Kadar Butir Halus	3,13%	< 5%
3	Berat Jenis	2,6	2,4 - 2,9 (Badan Standarisasi Nasional, 1990)
4	Analisa Ayak	Gradasi Zona 2	
5	Kadar Air Lapangan	2,36%	-
6	Penyerapan Air	2,78%	-
7	Berat Isi	1,61 kg/liter	-

Tabel 4. Pengujian Semen

No	Pengujian	Hasil	Standar
1	Kadar Butir Halus	1,60%	<10%
2	Berat Jenis	2,96	3,1 - 3,3
3	Konsistensi	27,50%	25% - 33% (ASTM, 2016)
4	Waktu Ikat	150 menit	45 - 480 menit

Tabel 5. Pengujian Fisik Vermikulit

No	Pengujian	Hasil
1	Berat Jenis	0,80%
3	Berat Isi	0,19 kg/liter
4	Penyerapan Air	106,90%
5	Analisa Ayak	Ukuran maksimum 4,75 mm

Tabel 6 Pengujian Kandungan Kimia Vermikulit

No	Kandungan Kimia	Hasil
1	SiO ₂	41,60%
2	Al ₂ O ₃	13,38%
3	Fe ₂ O ₃	6,29%
4	FeO	<0,001%
5	MgO	24,60%
6	H ₂ O	2,73%



(a)



(b)

Gambar 4 Perawatan benda uji beton (a) : air biasa dan (b) : air laut

Gambar 5 (a) menunjukkan posisi awal ketika benda uji balok diletakkan pada mesin pengujian kuat tarik lentur, sedangkan Gambar 4 (b) menunjukkan posisi akhir yang menunjukkan benda uji telah mencapai batas maksimum kekuatannya dalam menahan beban sehingga benda uji mengalami kerusakan/patah. Batas maksimum beton dalam menahan beban itulah yang kemudian terbaca sebagai kekuatan lentur dari beton yang terdapat pada **Error! Reference source not found.7.**

Tabel 7 dan Gambar 6 merupakan nilai hasil pengujian kuat lentur pada beton dengan campuran vermikulit berdasarkan metode perendamananya. Penambahan vermikulit pada campuran beton memberikan tingkat ketahanan lentur yang lebih tinggi pada beton yang direndam menggunakan air laut.

Semakin besar persentase penambahan vermikulit pada beton maka nilai kuat lentur beton tersebut juga semakin meningkat.

Pencampuran vermikulit dengan persentase sebesar 36% memiliki nilai kuat lentur yang tertinggi yaitu sebesar 2,91 MPa pada beton yang direndam menggunakan air laut dan 2,86 MPa pada beton yang direndam menggunakan air biasa. Pada beton normal dengan perawatan air laut mengalami kenaikan sebesar 42,75% dari mutu 2,00 MPa menjadi 2,86 MPa. Pada beton normal dengan perawatan air biasa juga mengalami kenaikan sebesar 22,32% dari mutu awal 2,38 MPa menjadi 2,91 MPa. Persentase kenaikan yang signifikan juga disebabkan karena adanya perbedaan metode perawatan yaitu akibat kandungan mineral dan garam air laut.



(a)

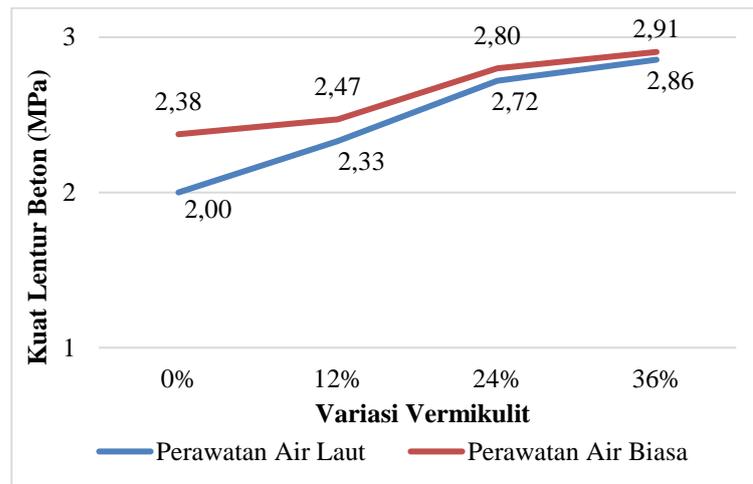


(b)

Gambar 5. Pengujian Kuat Lentur Beton (a) : sebelum, (b) : sesudah

Tabel 7. Nilai Kuat Lentur Beton

Kode benda Uji	Perawatan dengan Rendaman Air Biasa (MPa)	Perawatan dengan Rendaman Air Laut (MPa)
B0%	2,00	2,38
B12%	2,33	2,47
B24%	2,72	2,80
B36%	2,86	2,91



Gambar 6. Perbandingan Nilai Kuat Lentur Beton

SIMPULAN

Penambahan material vermikulit memiliki dampak yang cukup tinggi dalam meningkatkan ketahanan lentur dalam menangani getas pada beton yang terendam air laut. Semakin tinggi peningkatan kuat lentur yang didapatkan maka getas yang terjadi pada beton yang mengakibatkan keruntuhan yang terjadi secara tiba-tiba jika beban yang bekerja sudah melampaui kekuatan bahan akan semakin berkurang. Peningkatan nilai kuat lentur beton semakin tinggi berdasarkan jumlah persentase penambahan vermikulit. Berdasarkan variasi penambahan materi vermikulit dari 0%, 12%, 24% dan 36% didapat nilai kuat lentur beton tertinggi pada campuran dengan nilai persentase 36% yaitu sebesar 2,91 MPa pada beton yang terendam air laut dan 2,86 MPa pada beton yang terendam air biasa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada pimpinan jurusan dan seluruh staff Teknik Sipil

Politeknik Negeri Bandung yang telah mendukung penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Akpokodje, O.I., Uguru, H., & Esegbuyota, D., 2019, Study of Flexural Strength and Flexural Modulus of Reinforced Concrete Beams with Raffia Palm Fibers. *World Journal of Civil Engineering and Construction Technology*, 3, 57–64.
- Amalia, D., & Hendry, D., 2014, *Kajian Peningkatan Nilai CBR Tanah Lempung Padalarang yang Distabilisasi Dengan Vermikulit dan Semen*. ATPW.
- Ekinci, C.E., & Kelesoglu, O., 2014, A study on occupancy and compressive strength of concrete with produced injection method. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2014.
- Erofeevskya, L.A., & Aleksandrov, A.R., 2021, Vermiculite of the Inagli Field as a Promising Material for Environmental Use at Reclamation Sites. *IOP*

- Conference Series: Earth and Environmental Science*, 666 (3).
- Koksal, F., Gencel, O., & Kaya, M., 2015, Combined effect of silica fume and expanded vermiculite on properties of lightweight mortars at ambient and elevated temperatures. *Construction and Building Materials*, 88, 175–187.
- Mo, K.H., Lee, H.J., Liu, M.Y.J., & Ling, T.C., 2018, Incorporation of expanded vermiculite lightweight aggregate in cement mortar. *Construction and Building Materials*, 179, 302–306.
- Schackow, A., Effting, C., Folgueras, M.V., Güths, S., & Mendes, G.A., 2014, Mechanical and thermal properties of lightweight concretes with vermiculite and EPS using air-entraining agent. *Construction and Building Materials*, 57, 190–197.
- Triana, Y.T., & Hidayah, Z., 2020, Kajian Potensi Daerah Rawan Banjir Rob Dan Adaptasi Masyarakat Di Wilayah Pesisir Utara Surabaya. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan Dan Perikanan*, 1 (1), 141–150.
- Wedhanto, S., 2017, Pengaruh Air Laut Terhadap Kekuatan Tekan Beton yang Terbuat dari Berbagai Merk Semen yang Ada di Kota Malang. *JURNAL BANGUNAN*, 22 (2), 21–30.