

Perilaku Lentur Balok Beton dengan Lapisan Geotextile pada Daerah Tarik dan Tekan

Progustin Mangngi*¹, Jonie Tanijaya*², Suryanti R Tonapa*³

*¹ *Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia* mprogustin@gmail.com

*^{2,3} *Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia* ² jonie.tanijaya@gmail.com ³ suryantirt19@gmail.com

Corresponding Author: suryantirt19@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan kualitas antara beton yang menggunakan geotextile dengan beton yang tidak menggunakan geotextile. Geotextile merupakan material yang mempunyai nilai kuat tarik yang besar dan dapat digunakan untuk perkuatan tanah. Benda uji dibuat dengan metode ACI yang berbentuk silinder (150 x 300 mm) sebanyak 9 benda uji serta balok (600x150x150 mm) sebanyak 9 benda uji yang akan ditambahkan geotextile woven dan non woven. Hasil penelitian kuat tekan sebesar 20,655 MPa, 30,652 MPa, dan 32,538 MPa. Untuk nilai kuat lentur tanpa geotextile sebesar 3,526 MPa, balok beton dengan geotextile woven sebesar 4,635 MPa, dan balok beton yang menggunakan geotextile non woven sebesar 4,282 MPa. Jadi dapat diketahui bahwa balok beton yang menggunakan geotextile woven memiliki nilai kuat lentur lebih besar dari pada balok beton tanpa geotextile dan balok beton yang menggunakan geotextile non woven.

Kata kunci: geotextile, woven, non woven, kuat tekan, kuat lentur

Abstract

This study aims to determine the quality comparison between concrete that uses geotextile and concrete that does not use geotextile. Geotextile is a material that has a large tensile strength value and can be used to strengthen the soil. The specimens were made using the ACI method in the form of cylinders (150 x 300 mm) as many as 9 specimens and 9 beams (600x150x150 mm) to which woven and non-woven geotextiles were added. The results of this research are the compressive strength of 20,655 MPa, 30,652 MPa, and 32,538 MPa. The flexural strength value without geotextile is 3,526 MPa, concrete beam with woven geotextile is 4,635 MPa, and concrete beam using non woven geotextile is 4,282 MPa. So it can be seen that concrete blocks using woven geotextiles have a greater flexible value than concrete blocks without geotextiles and concrete blocks using non-woven geotextiles.

Keywords: geotextile, woven, non woven, compressive strength, flexural strength

PENDAHULUAN

Beton merupakan material yang sangat banyak digunakan dalam bidang konstruksi saat ini. Kemajuan dari bahan bangunan dapat terlihat dari berbagai macam material yang ada di dalam campuran beton. Bahan campuran tersebut dimaksudkan untuk menambah kualitas beton. Material yang dimaksud seperti *geosynthetic*. *Geosynthetic* sangat banyak digunakan pada perkuatan beton dan perkuatan tanah seperti

geotextile [1]. Selain *geotextile* salah satu material yang bisa digunakan sebagai bahan perkuatan eksternal ialah *Fiberglass Reinforced Plastic* (FRP). Penggunaan material FRP sebagai perkuatan eksternal di lingkungan ekstrim menghasilkan pola retak lentur dan model keruntuhan yang terjadi pada balok beton yang diperkuat dengan FRP ialah kegagalan lekatan [2].

Penggunaan *geotextile* yang paling umum digunakan adalah pada stabilisasi tanah, perkuatan tanah timbunan, perkuatan lapis perkerasan jalan, dan perkuatan rel kereta api. Selain itu *geotextile* dapat digunakan untuk perkuatan pada dinding penahan tanah, abutment, gorong-gorong berbentuk kotak, dan penahan limbah. Hasil yang diperoleh dari penggunaan bahan *geotextile* adalah durabilitas bangunan dan umur bangunan lebih lama [3]. Manfaat lain dari *geotextile* adalah dapat menggantikan karung goni selama proses perawatan beton *geotextile* juga tahan terhadap cuaca sehingga beton lebih tahan lama. Geomembran, adalah *geosynthetic* yang kedap air, yang biasa digunakan sebagai penghalang zat cair [4].

Penggunaan *geotextile* dengan beton dapat direkatkan dengan sikadur 31 CF normal apabila *geotextile* tersebut tidak diberi lubang agar daya ikat antara *geotextile* dan beton menjadi kuat [5]. Penggunaan *geotextile* dalam beton sebagai fiber pada daerah tarik dan tekan sangat berpengaruh terhadap kekuatan dari beton tersebut. Pemakaian *geosynthetic* dalam beton yaitu sebagai fiber. Salah satu sampel material *geosynthetic* yaitu *geotextile* [6].

Banyaknya jumlah lapisan *geotextile* dalam campuran beton maka akan semakin bagus kekuatan dari beton tersebut. Pengaruh jumlah lapisan *geotextile* sebagai perkuatan memberikan pengaruh yang baik dalam meningkatkan stabilitas benda uji [7]. Selain itu penggunaan beberapa lapis *geotextile* pada beton memberikan nilai kuat lentur pada balok beton yang baik. Benda uji yang diperkuat dengan *geotextile* memiliki kekuatan yang besar terhadap daya dukung dan nilai kuat lenturnya tinggi [8].

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan kualitas antara beton yang menggunakan *geotextile* dengan beton yang tidak menggunakan *geotextile*.

1. Bahan Penyusun Beton.

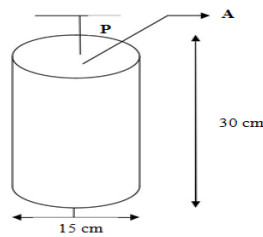
- a. *Portland Composite Cement (PCC)* merupakan material hasil kombinasi dari bubuk semen *portland* dengan bubuk bahan anorganik lainnya [9].
- b. Agregat kasar (batu pecah) merupakan hasil dari pengikisan batuan dari pabrik pemecah batu dengan ukuran butir sekitar 4,75 mm – 40 mm.
- c. Agregat halus ialah pasir alam yang lolos saringan No.4 dan tertahan di saringan No.200, yang berpengaruh dalam campuran beton pada kekuatan dan keawetan dari beton yang diharapkan.
- d. Air adalah salah satu bahan yang dibutuhkan dalam proses pembuatan beton sebagai bahan campuran dengan cara mengaduk antara semen dengan agregat. Semen dan Air akan melakukan suatu proses kimiawi. Jumlah air yang akan digunakan pada suatu pengerjaan beton perlu diperhatikan apakah banyak atau sedikit dikarenakan akan mempengaruhi kekuatan dari beton.
- e. Bahan tambah pada balok beton yaitu *geotextile* yang merupakan lembaran sintesis berpori yang bersifat permeabilitas dan fleksibilitas terhadap air, yang biasa digunakan sebagai penstabil jalan pada bidang sipil. *Geotextile* terdiri dari dua jenis yaitu *geotextile woven* dan *geotextile non-woven* [10].

2. Sifat Mekanik Beton

a. Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton yaitu beban persatuan luas, mengakibatkan beton akan rusak apabila diberikan gaya tekan yang tidak menentu dari mesin. Kuat tekan yang digunakan untuk mengetahui nilai kuat tekan rencana (f'_c) sebesar 30 Mpa, rumus yang digunakan pada perhitungan kuat tekan pada beton yaitu :

$$f'_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (1)$$



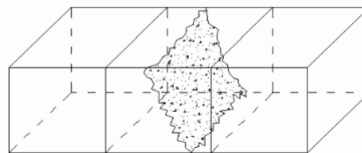
Gambar 1. Uji Kuat Tekan

b. Kuat lentur Beton

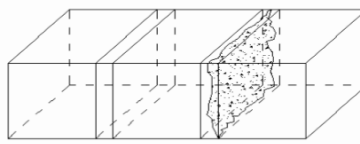
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan dari balok beton untuk menahan gaya tegak lurus terhadap sumbu benda uji hingga patah yang diletakkan pada dua penyangga, perhitungan yang digunakan pada pengujian ini yaitu :

$$f_r = \frac{PxL}{bxh^2} \quad (2)$$

$$f_r = \frac{Px a}{bxh^2} \quad (3)$$



Gambar 2. Patah dari $\frac{1}{3}$ bentangan tengah



Gambar 3. Patah dari $\frac{1}{3}$ bentangan tengah dan garis patahan dari <5% pada bentangan

Pada penelitian kuat lentur balok beton bertulang dengan kakian bambu wulung tipe V dengan interval 2 cm dan 3 cm terjadi retak seperti yang diinginkan, dengan rata-rata kegagalan terjadi pada 1/3 bagian tengah balok dan di titik pusat beban pada 12 benda uji [11]. Keruntuhan yang terjadi pada beton dengan *geotextile* dapat terjadi pada penempatan agregat dan pada saat proses pemadatan yang mengakibatkan tegangan yang tinggi pada *geotextile*. Umumnya kerusakan *geotextile* terjadi pada saat pemasangan dan konstruksi [12]. Selain itu panjang *geotextile* yang digunakan juga berpengaruh sebagai bahan perkuatan. Panjang *geotextile* yang memenuhi syarat yaitu $L/H = 0,22$ sampai $L/H=0,83$ [13].

METODOLOGI

Lembaran *geotextile* diperoleh dari pabrik PT. Indotex Bangun Mandiri, di Jln. Benteng Betawi No.35, kota Tangerang, Banten

1. Pemeriksaan Karakteristik Material

Material yang dipakai pada penelitian ini terlebih dahulu diperiksa untuk mengetahui kualitas dari agregat tersebut.

Tabel 1. Spesifikasi agregat halus

Karakteristik Agregat Halus	Interval Batas	Pedoman
Kadar lumpur, %	0,2 – 6	SNI 03-4142:1996
Kadar organik, warna	<No.3	2816:2014
Kadar air, %	3-5	SNI 03-1971:2011
Berat volume padat, kg/ltr	1,40-1,90	SNI 03-4804:1998
Berat volume gembur, kg/ltr	0,20-2,00	SNI 03-4804:1998
Penyerapan,%	0,20-2,00	SNI 1970:2008
Berat jenis (SSD)	1,6 – 3,2	SNI 1970:2008
Modulus kehalusan	2,20 – 3,10	SNI 03-1968:1990

Tabel 2. Spesifikasi agregat kasar

Karakteristik Agregat Kasar	Interval Batas	Pedoman
Kadar Lumpur, %	0,2 – 1,0	SNI 03-4142-1996
Kadar Air, %	0,5 – 2,0	SNI 03-1971-2011
Lanjutan tabel spesifikasi agregat halus		
Berat volume padat, kg/ltr	1,40 – 1,90	SNI 03-4804-1998
Berat volume gembur, kg/ltr	1,40 – 1,90	SNI 03-4804-1998
Penyerapan, %	0,20 – 2,00	SNI 1969-2008
Berat jenis SSD	1,60 – 3,20	SNI 1969-2008

Tabel 3. Spesifikasi Geotextile Woven (Anyam)

Sifat – sifat	Nilai
Tipe Gramasi	250 gr
Tebal	±1,96 mm
Kekuatan Tarik	51 - 55 kN

Tabel 4. Spesifikasi Geotextile Non – Woven (Polos)

Sifat – sifat	Nilai
Tipe Gramasi	250 gr
Tebal	±1,96 mm
Kekuatan Tarik	8,87 - 11,76 kN

2. Perencanaan campuran beton

Perencanaan dalam proses pembuatan beton yang dilakukan pada penelitian ini sesuai dengan metode *ACI* (*American Concrete Institute*).

3. Identifikasi benda uji

Sampel yang digunakan berbentuk silinder 15 x 30 cm untuk pengujian kuat tekan dan balok dengan dimensi 60x15x15 cm pada pengujian kuat lentur.

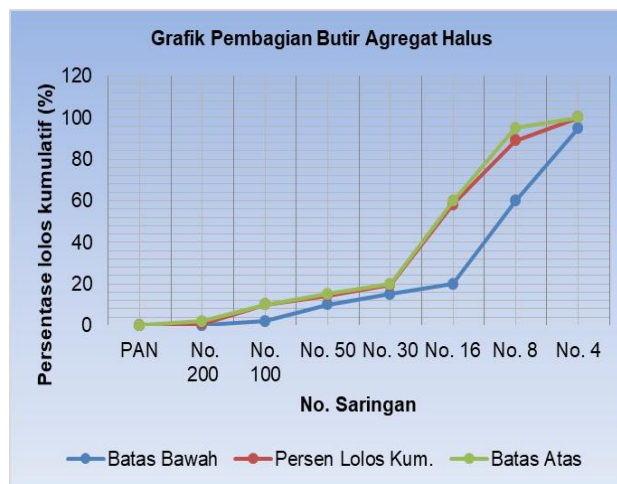
Tabel 5. Identifikasi Sampel

No.	Pengujian	Kode & Umur Pengujian	Variasi Geotextile	Jumlah Sampel
1	Kuat Tekan	KT1 (H7)	0 %	3 Sampel
		KT2 (H21)		3 Sampel
		KT3 (H28)		3 Sampel
2	Kuat Lentur	KLW (H28)	Woven	3 Sampel
		KLNW (H28)	Non-Woven	3 Sampel
		KLN (H28)	Normal	3 Sampel

ANALISA DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian Karakteristik Agregat Halus (Pasir)

Pengujian sifat agregat halus sesuai dengan spesifikasi SNI. Dapat terlihat pada tabel 6, sehingga pada gambar 5 diperoleh grafik pembagian butir agregat halus.



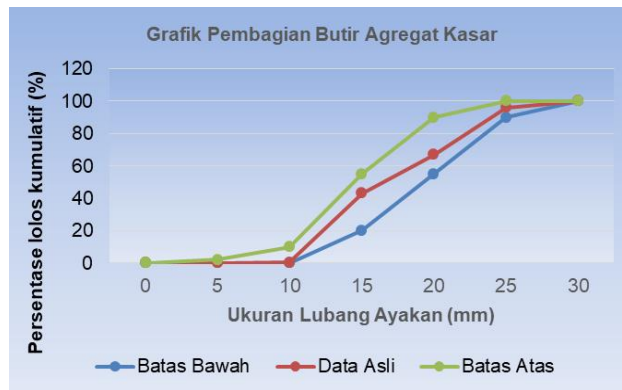
Gambar 5. Grafik pembagian butir agregat halus

Tabel 6. Pengujian Karakteristik Agregat Halus

Karakteristik	Hasil	Interval ASTM	Keterangan
Kadar Air	3,989 %	3,00 % - 5,00 %	Memenuhi
Zat Organik	No.1	< No.3	Memenuhi
Kadar Lumpur	5 %	0,20 % - 6,00 %	Memenuhi
Berat Jenis SSD	2,518	1,60 – 3,20	Memenuhi
Absorpsi (Penyerapan)	1,1 %	0,20 % - 2,00 %	Memenuhi
Berat Volume Padat	1671,667 kg/m ³	>1,200 kg/ltr	Memenuhi
Berat Volume Gembur	1565 kg/m ³	>1,200 kg/ltr	Memenuhi
Modulus Kehalusan	3,090	2,20 – 3,10	Memenuhi

2. Pengujian karakteristik agregat kasar (batu pecah).

Pengujian sifat agregat kasar sesuai dengan spesifikasi dari SNI. Pada gambar 6 diperoleh grafik pembagian butir dari agregat kasar dan pada tabel 7 merupakan spesifikasi SNI hasil pengujian agregat kasar.



Gambar 6. Grafik pembagian butir agregat kasar

Tabel 7. Pemeriksaan Karakteristik Agregat Kasar

Karakteristik	Hasil	Interval ASTM	Keterangan
Kadar Air	0,705 %	0,50 % - 2,00 %	Memenuhi
Kadar Lumpur	0,26 %	0,2 % - 1,00 %	Memenuhi
Berat Volume Padat	1576 kg/liter	1400 – 1900 kg/ltr	Memenuhi
Berat Volume Gembur	1485,714 kg/liter	1400 – 1900 kg/ltr	Memenuhi
Berat Jenis SSD	2,613	1,60 – 3,20	Memenuhi
Absorpsi (Penyerapan)	1,317 %	0,20 % - 2,00 %	Memenuhi

3. Mix Design Menggunakan Metode ACI

Mix design merupakan proses desain dan pemilihan bahan yang sesuai dan terjangkau dengan maksud beton yang dibuat sesuai dengan yang diharapkan

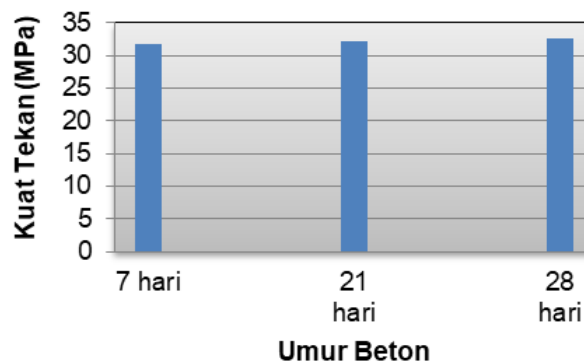
Sesuai dengan hasil pemeriksaan dan perhitungan pada *mix design*, komposisi/proporsi agregat yang akan digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Komposisi Kebutuhan yang akan digunakan dalam Campuran Beton

Material	Semen (kg)	Agregat Halus (kg)	Agregat Kasar (kg)	Air (liter)
1 Silinder	2,362	3,442	5,428	1,022
1 Balok	6,017	8,770	13,839	2,606
Perbandingan	1	1,457	2,299	0,433

4. Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat beton berumur 7, 21, dan 28 hari dengan kuat tekan rencana ($f'c$) sebesar 30 Mpa. Hasil pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada tabel 9 dan diperoleh grafik kuat tekan beton pada umur 7,21,dan 28 hari yang dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Grafik Kuat tekan beton berdasarkan umur.

Tabel 9. Hasil pengujian Beton Kuat Tekan (Normal)

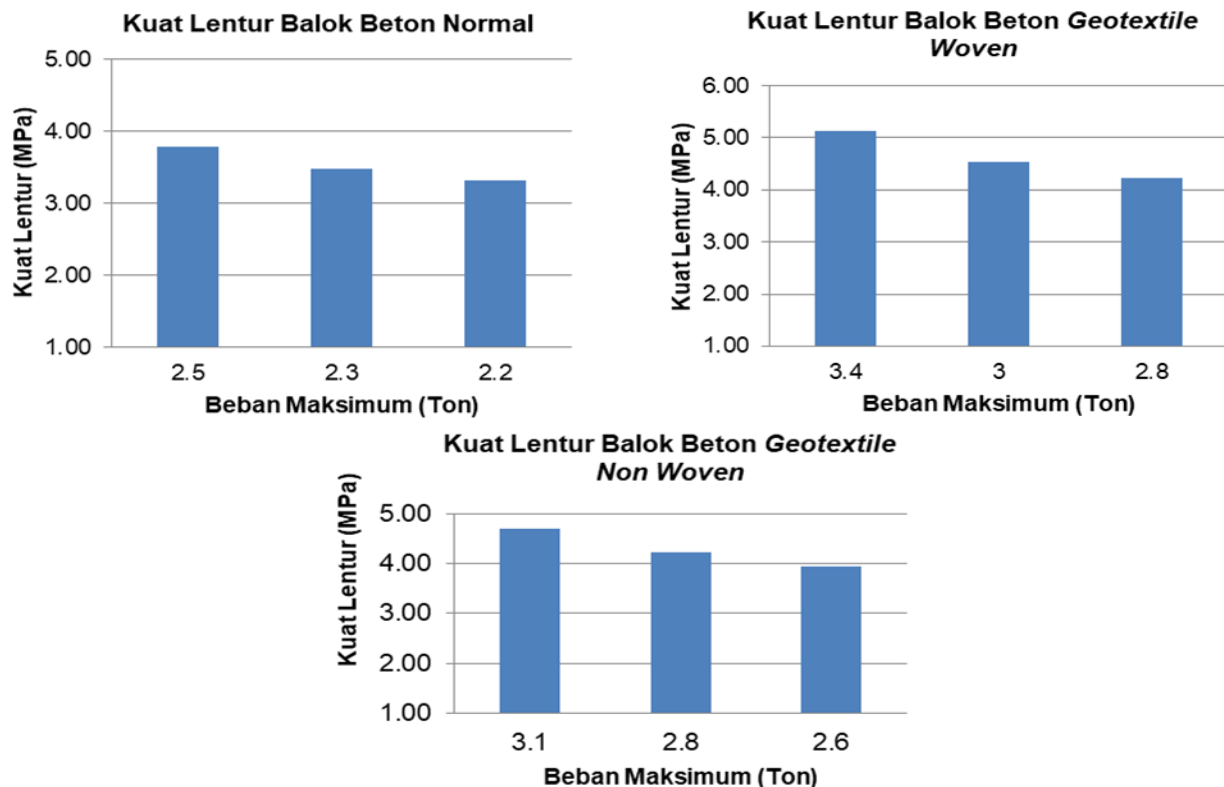
Agregat Kasar	Umur (Hari)	Beban Maksimum (kN)	Kuat Tekan Beton Aktual (MPa)	Kuat Tekan Beton Aktual Rata-rata (Mpa)	Kuat Tekan Konversi 28 hari (MPa)	Kuat Tekan Konversi 28 hari (MPa)
Kerikil (100%)	7	370	20,938	20,655	32,212	31,777
		360	20,372		31,341	
		365	20,655		31,777	
	21	550	31,124	30,652	32,762	32,265
		540	30,558		32,166	
		535	30,275		31,868	
	28	590	33,387	32,538	33,387	32,538
		570	32,255		32,255	
		565	31,972		31,972	

5. Pengujian Kuat Lentur Beton

Tahapan pengujian yang digunakan sesuai dengan SNI 4431-2011, sampel yang digunakan adalah balok dengan dimensi $150 \times 150 \times 600$ mm, alat uji kuat lentur dilengkapi dengan dua titik pembebanan. Pengujian dilakukan pada saat umur beton 28 hari Hasil uji kuat lentur dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Hasil Pengujian Kuat Lentur beton dengan Balok Normal

Variasi	Beban Maksimum (Ton)	Kuat Lentur Beton (MPa)	Kuat Lentur Beton Rata-rata (MPa)
Tanpa Geotextile	2.5	3.777	3,526
	2.3	3.476	
	2.2	3.325	
Geotextile Woven	3.4	5.139	4,635
	3.0	4.534	
	2.8	4.232	
Geotextile Non Woven	3.1	4.686	4,282
	2.8	4.232	
	2.6	3.930	



Gambar 8. Grafik Kuat Lentur

6. Hubungan Antara Kuat Tekan dengan Kuat Lentur Beton.

Dari hasil penelitian yang dilakukan diperoleh nilai kuat tekan beton secara berturut-turut 33,387 MPa, 32,255 MPa, 31,972 MPa. Untuk nilai kuat lentur beton tanpa geotextile 3,777 MPa, 3,476 MPa, dan 3,325MPa.

Tabel 11. Parameter Kuat Tekan dengan Kuat Lentur balok normal

Benda Uji	Kuat Lentur (f_r)	Kuat Tekan (f'_c)	Perbandingan	
	(Mpa)	(Mpa)	$\sqrt{f'_c}$	$\frac{f_r}{\sqrt{f'_c}}$
1	3,777	33,387	5,778	0,654
2	3,476	32,255	5,679	0,612
3	3,325	31,972	5,654	0,588

Berdasarkan tabel diatas nilai kuat lentur yang didapat yaitu $0.654\sqrt{f'_c}$, $0.612\sqrt{f'_c}$, $0.588\sqrt{f'_c}$ dilihat dari nilai kuat tekan betonnya, dengan demikian dapat diperoleh nilai rata-rata hubungan antara kuat tekan dengan kuat lentur sebesar 0,62 sehingga persamaan yang dituliskan yaitu :

$$f_r = 0,62 \sqrt{f'_c}$$

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dapat diketahui bahwa nilai kuat lentur balok beton tanpa geotextile yang diperoleh sebesar 3,526 Mpa, nilai kuat lentur balok beton dengan penggunaan geotextile jenis woven sebesar 4,635 Mpa, dan nilai kuat lentur balok beton dengan penggunaan geotextile jenis non woven sebesar 4,282 Mpa. Perbandingan antara nilai kuat lentur balok beton tanpa geotextile dengan balok beton dengan geotextile

woven sebesar 31,452 %, balok beton tanpa *geotextile* dengan balok beton yang menggunakan *geotextile non woven* sebesar 21,441%, dan untuk nilai kuat lentur balok beton yang menggunakan *geotextile woven* dengan balok beton yang menggunakan *geotextile non woven* sebesar 8,244 %.

Dari hasil pengujian, balok beton yang menggunakan *geotextile* memiliki nilai kuat lentur lebih besar dari pada balok beton yang tidak menggunakan *geotextile*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L.F. Jodie Saputra, "Uji Lentur dan Tarik Pada Beton Dengan *Geotextile*," *J. Dimensi Pratama Teknik Sipil*, vol.7, no.2, hlm. 129-135, 2018.
- [2] A.S.Setiawan,A.M.N.Padli,M.Y.Ali,E.Bachtiar,V.Tandioga, dan C.N.Fitriany, "Perilaku Lentur Balok Beton Pada Kombinasi Daerah Geser dan Tarik yang Menggunakan Material FRP Sebagai Perkuatan Eksternal di Lingkungan Ekstrem," *Indonesia Journal of Fundamental Sciences*, vol. 6, no. 2, hlm. 147-156, 2020.
- [3] F.X.Ndale, "Penggunaan Geotextile Sebagai Bahan Bangunan," *TEKNOSIAR*, vol. 13, no. 2, hlm. 64-73, 2020.
- [4] R.D.Holtz, "Geosynthetic For Soil Reinforcement," *Department of Civil & Environmental Engineering University of Washington*, hlm. 181-194, 2001.
- [5] J.H. Long, "Bound Strength Between *Geotextile* and Concrete," *International Journal of Applied Engineering Research*, vol 8, no.2, hlm.113-132, 1989.
- [6] K.Rajeshkumar., N. Mahendran dan R. Gobinath, "Experimental Studies on Viability of Using *Geosynthetics* as Fibers in Concrete". *International Journal of Applied Engineering Research*, vol. 1, no. 1, ISSN: 0976-4259, hlm. 15-28, 2010.
- [7] A.Tolooiyan, M.R.Slelamat, Sh.Ghaffari I.Abustan, "A Comprehensive Method for Analyzing Effect of *Geotextile* Layer on Embankment Stability," *International Journal of Applied Engineering Research*, vol. 27, no. 5, hlm.399-405, 2009.
- [8] Anita Widiyanti, "Pengaruh Jumlah Lapisan dan Spasi Perkuatan Geosintetik," *Jurnal Ilmiah Teknik Semesta*, vol. 15, no. No. 1, hlm. 90-97, 2012.
- [9] SNI 15-7064 : 2004, "Semen Portland Komposit".
- [10] S. Tria Dika Kumala, "Penggunaan *Geotextile Non Woven* Pada Proyek Peningkatan Jalan Anjir Pasar-Marabahan," *Bulotin Profesi Insinyur 1 (2)*, hlm. 78-82, 2018.
- [11] A.S.Budi, dan Sunarmatso U.Kultsum, "Kajian Kuat Lentur Balok Beton Bertulangan Bambu Wulung Takikan Tipe V dengan Jarak 2 cm dan 3 cm," *MATRIKS TEKNIK SIPIL*, vol. 5, no. 2, hlm. 61-72, 2019.
- [12] R.M Koerner, "*Designing With Geosynthetics Second Edition*," Prentice Hall Inc, 1990.
- [13] Yun Hu, Ga Zhang, Jian-Min Zhang, C.F.Lee "Centrifuge Modeling of *Geotextile* Reinforced Cohesive Slopes," *Canadian Geotechnical Journal*, vol. 28, no.1,hlm.12-22, 2010.
- [14] Tjokrodimulyono, "Teknologi Beton," *Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta*, 2007.
- [15] Jonie. Taniyaya, "Panduan Praktikum Beton," *Laboratorium Struktural dan Bahan Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar*, 2007.