

Pengaruh Penggunaan Geogrid Sebagai Perkuatan terhadap Kuat Lentur Beton Berpori

Sauling¹, Heriono², Hanafi Ashad³, Yasnawi Idrus⁴, Muhammad Syarif BP⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia

Jl. Urip Sumoharjo KM 05 Makassar, Kota Makassar dan Kode Pos 90231, Negara Indonesia

Email: ¹saulingpbs07@gmail.com; ²onhocappawanua@gmail.com; ³hanafiashad@yahoo.co.id;

⁴yasnawi.idrus@umi.ac.id; ⁵muhammad.syarif@umi.ac.id

ABSTRAK

Penggunaan beton berpori sebagai perkerasan kaku memiliki berbagai manfaat lingkungan diantaranya sebagai pengendalian limpasan air hujan dan pasokan air tanah. Akan tetapi beton berpori memiliki kelemahan yaitu kualitasnya masih rendah. Untuk meningkatkan kualitas dari beton berpori digunakanlah geogrid *triaxial*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan geogrid *triaxial* sebagai perkuatan terhadap kuat lentur beton berpori, untuk mengetahui variasi lapisan penggunaan geogrid terhadap kuat lentur beton berpori, untuk mengetahui porositas beton berpori, serta untuk mengetahui pola retakan. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode penelitian eksperimental yang dilakukan di laboratorium dengan 12 buah benda uji berbentuk balok, analisis campuran beton berpori menggunakan *American Concrete Institute (ACI) 522 R-10*. Hasil penelitian kuat lentur tanpa penggunaan geogrid sebesar 2,89 Mpa, dengan penggunaan 1 lapis geogrid sebesar 3,03 Mpa, dengan penggunaan 2 lapis geogrid sebesar 3,13 Mpa dan dengan penggunaan 3 lapis geogrid sebesar 3,56 Mpa. Hasil pengujian porositas dari tanpa penggunaan geogrid sampai penggunaan 3 lapis geogrid berturut-turut sebesar 28,40%, 26,00%, 24,03% dan 22,17%. Hasil pengujian pola retakan beton berpori tanpa penggunaan geogrid yaitu pola retak lentur sedangkan dengan penggunaan geogrid yaitu pola retak geser lentur.

Kata Kunci: Geogrid, porositas, kuat lentur, pola retak

ABSTRACT

The use of porous concrete as rigid pavement has various environmental benefits such as control of rainwater runoff and groundwater supply. However, porous concrete has a weakness that the quality is still low. To improve the quality of porous concrete triaxial geogrids are used. This study aims to determine the effect of using triaxial geogrid as reinforcement of porous concrete flexural strength, to determine the variation of the use of triaxial geogrid as reinforcement of flexural strength of porous concrete porous concrete porosity, and to determine patterns cracks porous concrete. The research method used was an experimental research method conducted in a laboratory with 12 beam specimens, porous concrete analysis using the American Concrete Institute (ACI) 522 R-10. The results of the research are: flexural strength without the use of geogrid is 2.89 MPa; with the use of 1 layer of geogrid is 3.03 MPa; with the use of 2 layers of geogrid is 3.13 MPa and with the use of 3 layers of geogrid is 3.56 MPa. The porosity test results from without the use of geogrids to the use of 3 layers of geogrid were 28.40%, 26.00%, 24.03% and 22.17%, respectively. The results of testing porous concrete crack patterns without the use of geogrids are flexural crack patterns whereas with the use of geogrids that are flexural shear crack patterns.

Keywords: Geogrid, porosity, flexural strength, crack pattern

1. Pendahuluan

1.1 Latar belakang

Beton berpori adalah suatu bahan inovatif yang merupakan campuran dari agregat kasar, semen, air, dan sedikit atau tanpa pasir serta admixture yang membentuk beton dengan jaringan pori. Dengan memiliki pori tersebut, memungkinkan air untuk mengalir kedalam perkerasan yang selanjutnya diteruskan kepada lapis perkerasan dibawahnya.

Penggunaan beton berpori sebagai perkerasan kaku memiliki berbagai manfaat lingkungan diantaranya sebagai pengendalian limpasan air hujan dan pasokan air tanah. Salah satu kelemahan beton berpori saat ini adalah kualitas yang masih rendah. Aplikasi beton berpori saat ini hanya digunakan pada lapangan parkir, trotoar, bahu jalan, maupun untuk konstruksi non-struktural.

Untuk meningkatkan kualitas beton berpori khususnya pada kuat lenturnya yaitu dengan menggunakan geogrid. Geogrid merupakan material *geosintetik* yang umumnya digunakan sebagai perkuatan tanah.

Oleh karena itu, sebagai bahan tugas akhir penulis tertarik meneliti pengaruh penggunaan geogrid sebagai perkuatan terhadap kuat lentur beton berpori.

1.2 Rumusan Masalah

- 1) Bagaimanakah pengaruh penggunaan geogrid *triaxial* sebagai perkuatan terhadap kuat lentur beton berpori?
- 2) Bagaimanakah pengaruh variasi lapisan penggunaan geogrid *triaxial* sebagai perkuatan terhadap kuat lentur beton berpori?
- 3) Seberapa besarkah porositas beton berpori yang menggunakan geogrid *triaxial* sebagai perkuatan?
- 4) Bagaimanakah pola retakan yang terjadi pada setiap lapisan yang mengalami keretakan?

1.3 Tujuan Penelitian

- 1) Mengetahui pengaruh penggunaan geogrid *triaxial* sebagai perkuatan terhadap kuat lentur beton berpori.
- 2) Mengetahui pengaruh variasi lapisan penggunaan geogrid *triaxial* sebagai perkuatan terhadap kuat lentur beton berpori.
- 3) Mengetahui seberapa besar porositas beton berpori yang menggunakan geogrid *triaxial* sebagai perkuatan.
- 4) Mengetahui pola retakan yang terjadi pada setiap lapisan yang mengalami keretakan.

2. Metode Penelitian

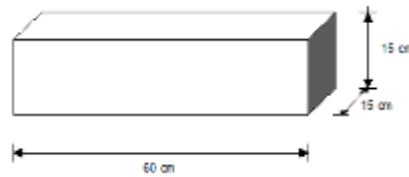
2.1 Tahapan Penelitian

2.1.1 Persiapan dan Pengujian

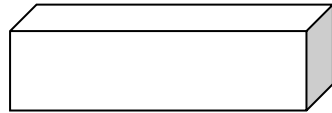
Dilakukan pengujian agregat kasar meliputi analisa saringan, kadar air, massa isi, berat jenis dan penyerapan, kadar lumpur, dan keausan. Pengujian Semen Portland meliputi berat jenis semen, kehalusan semen, konsistensi normal, waktu ikat semen, dan massa isi semen. Air yang digunakan dalam pencampuran beton adalah air yang dapat diminum atau air yang memenuhi syarat mutu yang telah ditetapkan. Geogrid yang digunakan adalah geogrid jenis *triaxial* dengan ukuran segitiga dan panjang tiap sisinya adalah 40 mm. Diameter sisi melintang 1,1 mm dan diameter sisi diagonal 1,3 mm. bahan geogrid berupa polimer.

2.1.2 Perancangan Campuran dan Pembuatan Benda Uji

Dilakukan perhitungan *Job Mix Formula* metode ACI (*American Concrete Institute*) 522R-10 untuk beton berpori dengan bahan tambah berupa geogrid jenis *triaxial* lalu pembuatan adukan beton. Pengcoran adukan beton ke dalam cetakan berbentuk balok dengan variasi lapisan geogrid *triaxial*. Perawatan selama 28 hari dan beton akan di uji kuat tarik lentur akibat pembebanan serta mengamati pola retakan yang terjadi pada balok tersebut. Setelah itu balok tersebut dipotong berbentuk kubus untuk pengujian porositas.



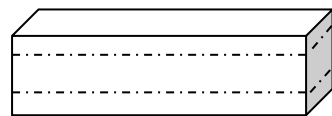
Gambar 1. Bentuk dan dimensi cetakan benda uji untuk pengujian kuat lentur dan pola retak



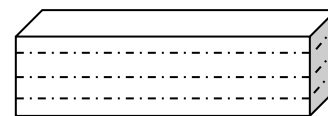
a) Benda uji tanpa geogrid



b) Benda uji dengan 1 lapis geogrid

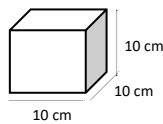


c) Benda uji dengan 2 lapis geogrid

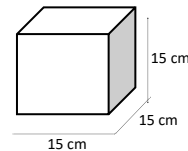


d) Benda uji dengan 3 lapis geogrid

Gambar 2. Model Spesimen Benda Uji



a) Dimensi benda uji tanpa geogrid dan 1 lapis geogrid



b) Dimensi benda uji dengan 2 dan 3 lapis geogrid

Gambar 3. Bentuk dan dimensi benda uji untuk pengujian porositas

2.2 Alat Uji

Peralatan yang digunakan dalam penelitian berasal dari Laboratorium Struktur dan Bahan Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia. Berupa:

- 1) Timbangan dengan kapasitas 20 Kg.
- 2) Ayakan kerikil dan mesin penggetar.
- 3) Oven dengan temperature 150°C.
- 4) *Hydraulic concrete beam test*.
- 5) *Concrete Mixer*.
- 6) Kerucut Abraham.
- 7) Ember
- 8) Alat tulis

2.3 Bahan Uji

- 1) Agregat kasar
- 2) Geogrid jenis *triaxial*
- 3) *Portland Composit Cement (PCC)*
- 4) Air

2.4 Kuat Lentur

Kuat lentur sering dinyatakan sebagai modulus hancur beton (*modulus of rupture*) yang menunjukkan kuat tarik maksimum beton pada kondisi lentur (*Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete Using Simple Bram with Third Point Loading*). Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

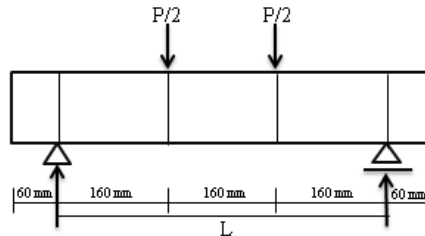
$$\sigma_l = \frac{PL}{bh^2} \quad (1)$$

- σ_l : Kuat lentur (Mpa)
 P : Beban maksimum (N)
 L : Panjang bentang diantara kedua tumpuan balok (mm)
 b : Lebar penampang balok (mm)
 h : Tinggi penampang balok (mm)

2.4.1 Prosedur Pengujian Kuat Lentur

1. Siapkan alat dan benda uji yang akan digunakan.
2. Ukur dan catat dimensi balok yang terdiri dari panjang (L), lebar (b) dan tinggi (h) balok.

3. Tetapkan titik-titik pembebanan dan perletakan seperti gambar 4 berikut;



Gambar 4. Letak titik pembebanan dan perletakan benda uji

4. Letakkan benda uji pada tumpuan sesuai dengan instruksi pada poin 3.
5. Jalankan mesin untuk memberikan beban pada benda uji hingga benda uji tersebut tidak mampu lagi menahan beban (terjadi kepatahan) dan catat beban maksimum (P) yang mengakibatkan benda uji patah.
6. Hitung kuat lentur beton dengan menggunakan persamaan (1).

2.5 Pola Retak

Retak merupakan jenis kerusakan yang paling sering terjadi pada struktur beton, dimana terjadi pemisahan antara massa beton yang relatif panjang dengan yang sempit. Secara visual retak nampak seperti garis. Retak pada struktur beton terjadi sebelum beton mengeras maupun setelah beton mengeras (Chelcea et al., 2017).

Jenis-jenis pola retak sebagai berikut:

1. Retak lentur (flexural crack), terjadi di daerah yang mempunyai harga momen lentur lebih besar dan gaya geser kecil. Arah retak terjadi hampir tegak lurus pada sumbu balok.
2. Retak geser pada bagian balok (web shear crack), yaitu keretakan miring yang terjadi pada daerah garis netral penampang dimana gaya geser maksimum dan tegangan aksial sangat kecil.
3. Retak geser-lentur (flexural shear crack), terjadi pada bagian balok yang

sebelumnya telah terjadi keretakan lentur. Retak geser lentur merupakan perambatan retak miring dari retak lentur yang sesudah terjadi sebelumnya.

4. Retak puntir (torsion crack). Retak ini mirip retak geser terkecuali retak puntir melingkar di sekeliling balok. Contoh jika sebuah balok tanpa tulangan menerima torsi murni, maka beton tersebut akan retak dan runtuh pada disepanjang garis spiral 45o karena tarik diagonal disebabkan tegangan puntir.
5. Retak lekatan adalah retak yang terjadi di sekitar tulangan. Hal ini terjadi akibat kemampuan awal tulangan melawan beton, terjadi displacement pada tulangan di dalam beton dimana terjadi interlocking dan menghasilkan retak radial, tegangan lekat dan kekakuan beton ditahan oleh ulir tulangan di sepanjang penyaluran gaya di dalam beton.

2.5.1 Prosedur Pengujian Pola Retak

1. Siapkan alat dan benda uji yang akan digunakan.
2. Ukur dan catat dimensi balok yang terdiri dari panjang (L), lebar (b) dan tinggi (h) balok.
3. Tetapkan titik-titik pembebanan dan perletakan seperti pada gambar 4.
4. Letakkan benda uji pada tumpua sesuai instruksi pada poin 3.

5. Jalankan mesin untuk memberikan beban pada benda uji kemudian amati retakan pada benda uji (retak yang kasat mata atau retak yang dapat dilihat oleh mata). Setelah itu, catat jenis pola retakan benda uji tersebut.

2.6 Porositas

Porositas beton berpori adalah perbandingan antara volume pori (V_v) dan volume benda uji (v_b) yang dinyatakan dalam satuan persen (%). Volume pori (V_v) adalah perbandingan massa air (W_{air}) yang menempati ruang pori benda uji dengan massa jenis air (ρ_{air}). Massa air (W_{air}) adalah Selisih antara massa benda uji kenyang air (W_b) dan massa kering benda uji (W_k).

Nilai akhir porositas beton berpori dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Lawrence, 1989).

$$P = \frac{1}{v_b} \times \frac{(W_b - W_k)}{\rho_{air}} \times 100\% \quad (2)$$

- P : Porositas (%)
 V_b : Volume benda uji (m^3)
 W_b : Massa benda uji SSD (Kg)
 W_k : Massa kering benda uji (Kg)
 ρ_{air} : Massa jenis air (Kg/m^3)

Prosedur Pengujian Porositas

1. Siapkan alat dan benda uji yang akan digunakan.
2. Keringkan benda uji sampai beratnya konstan, lalu timbang dan catat beratnya (W_k).
3. Berikan perlakuan benda uji beton sedemikian, sehingga pori dalam keadaan jenuh air.
4. Timbang dan catat berat benda uji pada poin 4 dalam keadaan SSD (W_b).
5. Hitung volume benda uji (V_b)
Hitung besarnya porositas dengan menggunakan persamaan (2).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Pemeriksaan Material

3.1.1 Pemeriksaan Semen

Tabel 1. Hasil pemeriksaan semen *portland*

No.	Karakteristik pemeriksaan semen	Nilai	Spesifikasi
1.	Berat jenis semen	3,153	3,05-3,25
2.	Kehalusan semen # NO.100	100 %	$\geq 90\%$
3.	Kehalusan semen # NO.200	91 %	$\geq 90\%$
4.	Massa isi (padat)	1,199 kg/ltr	1,1-1,4kg/ltr
5.	Massa isi (gembur)	1,127 kg/ltr	1,1-1,4kg/ltr
6.	Konsistensi normal	23,1 %	Penetrasi 10 ± 1 mm
7.	Waktu ikat awal	Menit ke 45	Penetrasi 25 ± 1 mm
8.	Waktu ikat akhir	Menit ke 120	Penetrasi 0 mm

Dapat dilihat pada tabel 1 diatas bahwa semua hasil pemeriksaan semen memenuhi spesifikasi yang disyaratkan, sehingga dapat disimpulkan bahwa *Portland composi cement*

yang telah diuji layak untuk digunakan dalam proses pencampuran beton

3.1.2 Pemeriksaan Agregat Kasar

Tabel 2. Hasil pemeriksaan agregat kasar

No.	Karakteristik pemeriksaan agregat kasar	Nilai	Spesifikasi
1.	Modulus kehalusan	6,68	6,0-71
2.	Kadar air	1,27 %	-
3.	Massa isi padat	1,460 kg/ltr	1,2-175 kg/ltr
4.	Massa isi gembur	1,280 kg/ltr	1,2-1,75 kg/ltr
5.	Specific gravity	2,546	2,4-2,9
6.	Absrosi	1,943 %	≤ 3 %
7.	Kadar lumpur	0,74 %	≤ 1 %
8.	Keausan	20,2 %	≤ 40 %

Dapat dilihat pada tabel 2 diatas bahwa semua hasil pemeriksaan agregat kasar memenuhi spesifikasi yang disyaratkan, sehingga dapat disimpulkan bahwa agregat

kasar yang telah diuji layak untuk digunakan dalam proses pencampuran beton.

3.2 Hasil Perencanaan Campuran (Job Mix Formula)

Tabel 3. Kebutuhan masing-masing material campuran beton per m³

No.	Uraian	Nilai	Satuan
1.	Air	0,0706	m ³
2.	Semen	0,0800	m ³
3.	Agregat kasar	0,5130	m ³

Sumber: Hasil Perhitungan Job Mix Formula (JMF) ACI 522R-2010

Dapat dilihat pada tabel 3 diatas menunjukkan volume beton berpori per m³. Dari total kebutuhan air, semen dan

agregat kasar yaitu 0,6636 m³ dalam 1 volume beton, sehingga ronnga pada beton berpori tersebut adalah 0,3364 m³.

Tabel 4. Kebutuhan masing-masing material untuk 12 benda uji (balok)

No.	Uraian	Nilai	Satuan
1.	Air	12,579	Kg
2.	Semen	44,924	Kg
3.	Agregat kasar	232,760	Kg

Sumber: Hasil Perhitungan Job Mix Formula (JMF) ACI 522R-2010

Pada tabel 4 diatas menunjukkan bahwa kebutuhan masing-masing campuran beton untuk membuat 12 benda uji balok. Hasil ini ditentukan berdasarkan perhitungan *job mix formula* dengan menggunakan metode ACI

(American Concrete Institute) 522R-2010 dengan menggunakan data-data material yang telah diuji sebelumnya.

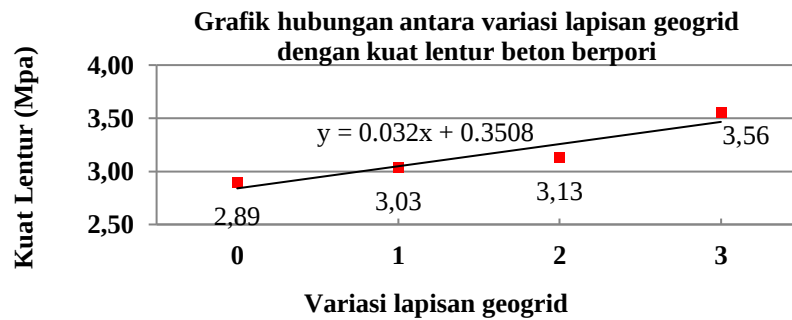
3.3 Kuat Lentur

Tabel 5. Hasil pengujian kuat lentur beton berpori

Variasi lapisan geogrid	Umur pengujian (hari)	Beban hancur (N)	Kuat lentu (Mpa)	Kuat lentur rata-rata (Mpa)
0	28	20000	2,84	2,89
		21000	2,99	
		20000	2,84	
1		22000	3,13	3,03
		21000	2,99	
		21000	2,99	
2		21000	2,99	3,13
		22000	3,27	
		23000	3,13	
3		25000	3,56	3,56
		24000	3,41	
		26000	3,70	

Tabel 5 diatas menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kuat lentur beton berpori dari tanpa penggunaan geogrid sampai

penggunaan 3 lapis geogrid. Beton berpori ini di uji pada umur 28 hari.



Gambar 5. Grafik hubungan antara kuat lentur dan variasi lapisan geogrid

Berdasarkan gambar 5, presentase kenaikan kuat lentur beton berpori berturut-turut mulai dari tanpa penggunaan geogrid sampai penambahan 3 lapis geogrid adalah 2,36 %, 3,98 %

dan 10,39 %. Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa terjadi peningkatan kuat lentur beton berpori dari tanpa menggunakan geogrid sampai dengan menggunakan 3 lapis geogrid.

3.4 Pola Retak

Tabel 6. Hasil pengujian pola retak beton berpori

Variasi lapisan geogrid	Jenis retak	Gambar pola retak
0	Retak lentur	
1	Retak geser lentur	
2	Retak geser lentur	
3	Retak geser lentur	

Berdasarkan tabel 6 menunjukkan bahwa benda uji tanpa menggunakan geogrid memiliki jenis pola retak yaitu retak lentur karena arah retakannya hampir tegak lurus dengan sumbu balok

sedangkan benda uji dengan 1 sampai 3 lapis geogrid memiliki pola retak geser lentur karena terjadi perambatan retak miring dari retak lentur yang sudah terjadi sebelumnya.

3.5 Porositas

Tabel 7. Hasil pengujian porositas beton berpori

Banyaknya Lapisan Geogrid	Umur Pengujian	Vb (m³)	Wb (Kg)	Wk (Kg)	ρair (Kg/ m³)	Porositas (%)	Porositas Rata-rata (%)
0	28	0.0010	2.042	1.764	1000	27.80	28.40
			1.997	1.711		28.60	
			2.073	1.785		28.80	
1		0.0010	2.243	1.981		26.20	26.00
			2.158	1.898		26.00	
			2.132	1.874		25.80	
2		0.0034	6.267	6.027		24.00	24.03
			6.353	6.112		24.10	
			6.236	5.996		24.00	
3		0.0034	6.439	6.216		22.30	22.17
			6.647	6.427		22.00	
			6.548	6.326		22.20	

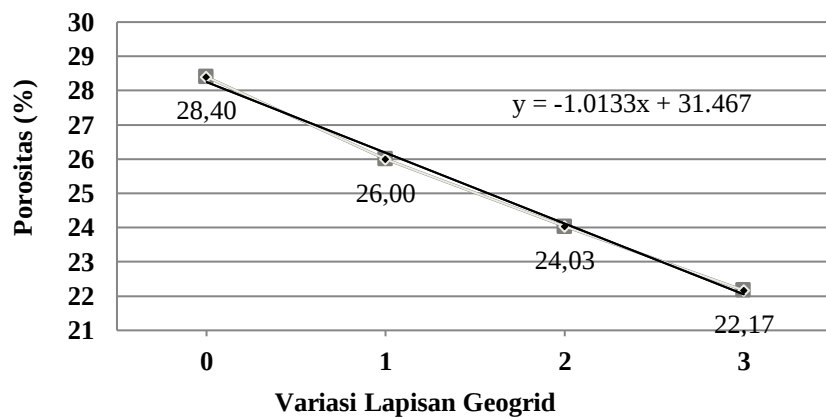
Pada tabel 7, nilai porositas beton berpori dari tanpa penggunaan geogrid sampai

pada penggunaan 3 lapis geogrid yang telah diuji pada umur 28 hari. Masing-

masing variasi terdiri dari 3 benda uji, sehingga total benda uji yang digunakan yaitu 12 buah. Dimensi benda uji tanpa penggunaan geogrid dan penggunaan 1

lapis geogrid adalah 10 cm x 10 cm x 10 cm sedangkan pada penggunaan 2 lapis geogrid dan penggunaan 3 lapis geogrid adalah 15 cm x 15 cm x 15 cm.

Grafik hubungan antara variasi lapisan geogrid dengan porositas beton berpori



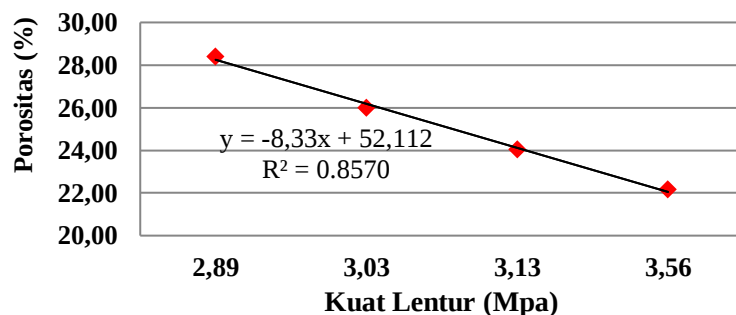
Gambar 6. Grafik hubungan antara variasi lapisan geogrid dengan porositas beton berpori

Berdasarkan gambar 2 menunjukkan bahwa persentase porositas beton berpori dari tanpa penggunaan *geogrid* sampai pada penggunaan 3 lapis *geogrid* mengalami penurunan. Maka dapat disimpulkan bahwa semakin banyak

lapisan *geogrid* yang digunakan pada beton berpori maka semakin rendah porositas dari beton tersebut. Hal ini disebabkan karena *geogrid* dapat menghambat daya serap beton berpori.

3.6 Hubungan Antara Porositas dan Kuat Lentur Beton Berpori

Grafik hubungan antara kuat lentur dan porositas beton berpori



Gambar 7. Grafik hubungan antara kuat lentur dan prositas beton berpori

Pada gambar 3 diatas dapat dilihat bahwa semakin tinggi kuat lentur beton berpori maka porositasnya akan semakin rendah, begitupun sebaliknya. Hal ini terjadi karena semakin rapat agregat beton berpori maka semakin tinggi kekuatan dari beton tersebut.

4. Penutup

Setelah dilakukan penelitian mengenai penggunaan geogrid sebagai perkuatan terhadap kuat lentur beton berpori maka penulis dapat membuat:

4.1 Kesimpulan

- 1) Penggunaan *geogrid triaksial* sebagai perkuatan terhadap kuat lentur beton berpori sangat berpengaruh. Hal itu dapat dilihat dari hasil penelitian yang menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kuat lentur beton berpori dari tanpa penggunaan *geogrid triaksial* sampai pada penggunaan *geogrid triaksial*.
- 2) Hasil pengujian kuat lentur beton berpori tanpa penggunaan *geogrid triaksial* sebesar 2,89 Mpa, dengan penggunaan satu lapis *geogrid triaksial* sebesar 3,03 Mpa, dengan penggunaan dua lapis *geogrid triaksial* sebesar 3,13 Mpa dan dengan penggunaan tiga lapis *geogrid triaksial* sebesar 3,56 Mpa. Persentase kenaikan kuat lentur beton berpori berturut-turut mulai dari tanpa penggunaan *geogrid* sampai penambahan 3 lapis *geogrid* adalah 2,36 %, 3,98 % dan 10,39 %.
- 3) Hasil pengujian porositas beton berpori tanpa penggunaan *geogrid triaksial* sebesar 28,40 %, dengan penggunaan 1 lapis *geogrid triaksial* sebesar 26,00 %, dengan penggunaan 2 lapis *geogrid triaksial* sebesar 24,03 % dan dengan penggunaan 3 lapis *geogrid triaksial* sebesar 22,17 %. Dari hasil pengujian porositas tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin banyak lapisan *geogrid triaksial* yang digunakan pada beton berpori maka semakin rendah porositas dari beton berpori tersebut.
- 4) Hasil pengujian pola retakan beton berpori tanpa penggunaan *geogrid triaksial* yaitu retak lentur sedangkan dengan penggunaan *geogrid triaksial* yaitu retak geser lentur.

4.2 Saran

- 1) Material yang digunakan pada beton berpori harus berkualitas dan telah teruji di laboratorium agar mendapatkan mutu yang baik.
- 2) Dalam proses pencampuran beton berpori perlu diperhatikan penambahan air atau perencanaan faktor air semen pada *Job Mix*

Formula. Beton berpori tidak memerlukan FAS yang tinggi karena dapat mempengaruhi daya ikat semen dengan agregat.

- 3) Sebelum bekisting digunakan sebaiknya diberi pelumas agar pada saat bekisting dibuka tidak menimbulkan kerusakan pada benda uji.
- 4) Dalam penelitian selanjutnya perlu dibutuhkan ketelitian yang akurat dalam penelitian di laboratorium khususnya dalam *Job Mix Formula* agar sesuai dengan hasil yang diinginkan.
- 5) Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang beton berpori dengan penggunaan *geogrid* jenis lain.

Daftar Pustaka

- ACI Committee 522. (2010). Report on Pervious Concrete. *Aci 522R-10*, 42.
- ASTM. (2015). Manual Of Aggregate and Concrete Testing. *Pennsylvania, American Society For Testing and Materials American Society For Testing and Materials*.
- Chelcea, A., Parung, H., & Amiruddin, A. A. (2017). *Studi Perbandingan Pola Retak Pada Beton Normal dan Beton dengan Sambungan Model Takik Akibat Beban Siklik Lateral*. 1–11.
- Gina, M. B., & Amalia, A. (2019). Kualitas Beton Berpori Dengan Bahan Tambah Silica Fume Sebagai Bahan Perkerasan Kaku Yang Ramah Lingkungan. *Politeknologi*, 18(1), 93–102.
- Handoko Sugiharto, Allan Surya, Koeshardiono Wibowo, & Wong Foek Tjong. (2004). Rancang Bangun Alat Uji Permeabilitas Beton. *Civil Engineering Dimension*, 6(2), 94–100. <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/civ/article/view/16117>
- Hanta, L., & Makmur, A. (2015). Studi

- eksperimental pengaruh bentuk agregat terhadap nilai porositas dalam campuran beton berpori pada aplikasi jalur pejalan kaki. *The 18th FSTPT International Symposium*, 10.
- Hemamathi A, D. B. S. dan K. S. (2017). Studi Banding Karakteristik Kekuatan Geo-Grid dan Ferro Semen Panel. *Tamilnadu: International Journal of Civil Engineering*.
- Nugraha, P. dan A. (2004). Teknologi Beton. In *C.V Andi Offset*.
- Omid Azadegan dan Gh.R. Pourebrahim. (2016). Pengaruh Geogrid pada Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas dari Tanah Kapur / Semen Tanah yang Diolah. *Kerman: International Journal of Technology*.
- Patria, M. R. (2018). Spesifikasi Teknis Tensar TX160. [Http://Www.Multibangunpatria.Com](http://www.Multibangunpatria.Com).
- Sari, F. M., Setyawan, A., & Sambowo, K. A. (2013). Tinjauan durabilitas beton berpori sebagai perkerasan jalan yang ramah lingkungan. *E-Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL*, 1(2), 142–148.
- Setiawan, A. (2016). Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847:2013. *Jakarta: Erlangga*.
- SNI 4431-2011. (2011a). Cara Uji Kuat Lentur Beton Dengan Dua Titik Pembebanan. *Bandung, Standar Nasional Indonesia*.
- SNI 4431-2011. (2011b). Cara uji kuat lentur beton normal dengan dua titik pembebanan. *Badan Standar Nasional Indonesia*, 16.
- Sugiharto, H. (n.d.). Uji Lentur Dan Tarik Pada Ground Slab Dengan Tulangan Geogrid. 289–296.
- Tim Laboratorium Struktur dan Bahan Prodi Sipil Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia. (2019). *Standar Pengujian Semen dan Agregat Laboratorium Struktur dan Bahan*.
- Trimulyono. (2005). *Teknologi Beton*. C.V Andi Offset.
- Trisnoyuwono, D. (2004). *Beton Non-Pasir*. Graha Ilmu.
- Xiaochao Tang, Isaac Higgins, M. N. J. (2018). Perilaku Geogrid Sebagai Perkuatan Beton Semen Portland Dibawah Beban Statis Lentur. *Chester: Department Of Civil Engineering*.