

## Inovasi fiber optik untuk pembuatan dinding beton transparan

Tubagus Fachrizal<sup>a\*</sup>, Puji Widodo<sup>b</sup>, Bambang Setiabudi<sup>c</sup>

<sup>a\*,b,c</sup> Universitas Diponegoro, Indonesia

### ARTICLE INFO

#### Corresponding author:

Email:

[tb\\_fachrizal@yahoo.co.id](mailto:tb_fachrizal@yahoo.co.id)

#### Article history:

Received : 31 May 2023

Revised : 5 June 2023

Accepted : 14 June 2023

Publish : 21 June 2023

#### Keywords:

transparant concrete, fiber optics,  
energy efficient, material strength

### ABSTRACT

Research in the site of construction is currently focused on utilization of unique, innovative, and cost-effective construction materials for long-term purposes, particularly in the context of green buildings. One material that has gained attention is tralucent concrete or light-transmitting concrete, which employs nano-optic concepts and fiber optic to transmit external light through its internal spaces. This study present a comprehensive review of previous research on light-transmitting concrete, specifically examining its applications, optimalization fiber ratios, and arrangement. Furthermore, the investigation delves into the propertiesencompassing liht transmission, mechanical strength, and energy efficiency of transparent concrete. To maximize light transmission, various proportion of fiber optic, count 3%, 4%, and 5% were incorporated into the concrete mixture. As aresult, this study aims to identify differet types of transparent materials, elucidate their properties and offer pratical illustration and application to addres these research gaps. Indeed, this research contributes to advancement of innovative construction materials, which have potential to enhance energy efficiency.

Copyright © 2023 PILARS-UNDIP

## 1. Pendahuluan

Seiring berkembangnya jaman inovasi beton tidak hanya berfokus pada mutu dan biaya, tetapi juga fungsi dari beton itu sendiri. Salah satu inovasinya adalah beton tembus cahaya atau LTC (*light transmitting concrete*). Beton tembus cahaya memiliki sifat mekanis dan kegunaan yang unik. Kemampuannya mentransmisikan cahaya mampu mengurangi kebutuhan energi pencahayaan. Terdapat kesenjangan penelitian terkait kekuatan material yang rendah dan identifikasi rasio fiber optik yang optimal. Kesenjangan tersebut ditinjau melalui pengujian yang bertujuan menginvestigasi pengaruh rasio berbeda dari fiber optik dalam pembuatan beton transparan terhadap kekuatan material dan sifat transmisi cahaya untuk pembuatan *green building*.

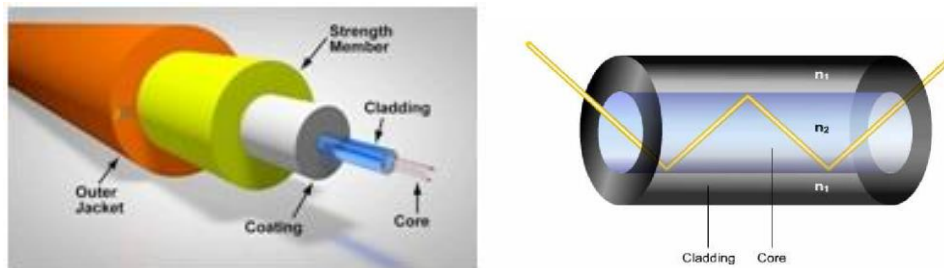
Beton transparan adalah salah satu jenis beton di era modern yang memiliki kemampuan untuk mentransmisikan cahaya eksternal kedalam bangunan. Dengan menanamkan *fiber optic* sebagai material transparan kedalam beton menciptakan efek transmisi cahaya. Beton transparan sendiri dapat digunakan dalam aplikasi arsitektur dan kontruksi serta potensi mengurangi kebutuhan energi untuk pencahayaan ruangan. Dalam proes prokusinya beton transparan teridi dari pencampuran semen, agregat halus, dan *fiber optic*. Proporsi dan jenis *fiber optic* yang digunakan mempengaruhi tingkat transmisi cahaya.

Berdasarkan standar pencahayaan alami yan dibuat oleh GBCI (*green building council* Indonesia) *summary greenship homes* v.10 GBCI menjelaskan bahwa pencahayaan alami mampu menerangi minimal 50% dari kebutuhan cahaya yang sesuai dengan standar SNI yang berlaku (SNI 6197-2011 sistem pencahayaan).

## 2. Data dan metode

### 2.1. Fiber optik

Fiber optik merupakan serat tembus pandang yang dapat memandu gelombang cahaya. Terdapat dua penampang bagian dalam serat optik ini, yaitu : bagian tengah disebut “Core” yang terbuat dari “Polymethyl Methacrylate” dan bagian luar disebut “Cladding” yang terbuat dari “Flourin Polymer”. Core dikelilingi atau dibungkus oleh Cladding. Bentuk penampang core bermacam-macam, antara lain segi tiga, segi empat, segi banyak, lingkaran maupun pipih. Dengan menggunakan konsep bias cahaya fiber optic mampu meneruskan cahaya pada bidang cahaya menuju bidang lainnya yang ditunjukkan pada Gambar 1.

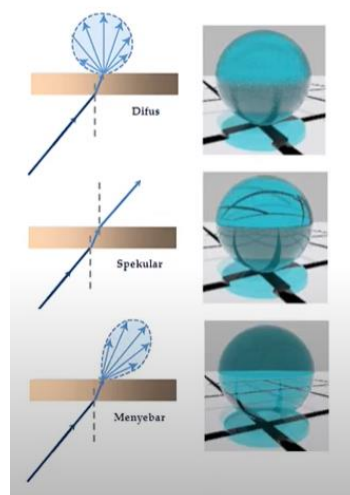


Gambar 1. Fiber optik

### 2.2. Transmisi Cahaya

Transmisi cahaya merupakan kemampuan suatu material untuk meneruskan cahaya pada bidang cahaya menuju bidang lainnya. Transmisi cahaya pada bidang transparan dapat bersifat:

- Difus : intensitas cahaya yang ditransmisikan terdapat disegala arah disebut juga permukaan translusent
- Spektular : intensitar cahaya hanya ada pada sudut yang sama dengan sudut datangnya cahaya disebut juga permukaan transparan
- Menyebar : intensitas cahaya berkumpul disektar sudut yang sama dengan datangnya cahaya. Konsep penyebaran transmisi cahaya ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Konsep transmisi cahaya

### 2.3. Metode

#### 2.3.1. Alat dan bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat uji kuat tekan beton (*compressive test machine*) untuk mengukur kuat tekan beton dan luxmeter untuk mengukur rasio transmisi cahaya

pada beton transparan. Bahan yang digunakan untuk pembuatan beton transparan adalah pasir yang telah melalui proses pengujian sesuai mutu menurut SK SNI S-04-1989-F, semen sebagai bahan ikat hidrolis campuran beton, dan fiber optik sebagai media untuk mentransmisikan cahaya.

**2.3.2. Pengujian agregat**

Pengujian agregat halus yang dilakukan dalam penelitian ini melalui 3 tahap antara lain uji Analisa saringan dengan *shieve shaker* sesuai standar SNI 03-1750-1990, uji kadar lumpur dengan system cucian sesuai SK SNI S-04-1998-F dan kadar lumpur organik dengan NaOH sesuai dengan SNI 2816 : 2014, ASTM C40.

**2.3.3. Pembuatan benda uji**

Dalam penelitian ini membuat benda uji berupa kubus dengan dimensi 15 x 15 x 15 cm. Cetakan dibuat sendiri dengan menggunakan triplek 12mm. triplek dilubangi pada sisi depan dan belakang lalu cetakan dirakit hingga membentuk kubus. Setelah cetakan dibuat *fiber optic* dapat dirakit sesuai dengan rencana 3%, 4%, dan 5% dari volume beton masing-masing 3 unit yang ditunjukkan pada Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3 sedangkan bekisting untuk benda uji ditunjukkan pada Gambar 3.

**Tabel 1.** Perhitungan volume benda uji

Perhitungan volume				
	Panjang (cm)	Lebar/diameter (cm)	Tinggi (cm)	Volume (cm <sup>3</sup> )
Kubus	15	15	15	3375
Fiber optik	15	0,2	2	0,471

**Tabel 2.** Perhitungan kebutuhan fiber optik

Perhitungan kebutuhan fiber optic				
(%)	3%	4%	5%	
Fiber optic (cm <sup>3</sup> )	101,25	135	168,75	
Satuan	214,97	286,62	358,28	
Formasi matrik	15 x 15	17 x 17	19 x 19	

**Tabel 3.** Komposisi benda uji beton transparan

Komposisi benda uji beton transparan				
Fiber opik (%)	Fiber optic (cm3)	Air(l)	Semen (Kg)	Pasir (Kg)
3	101,25	1,2	2	6
4	135	1,2	2	6
5	168,75	1,2	2	6



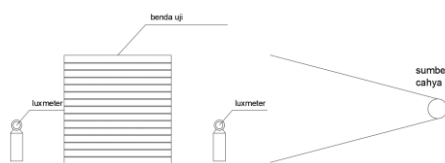
**Gambar 3.** Cetakan beton transparan

### 2.3.4. Pengujian kuat tekan

Kuat tekan beton dapat diketahui melalui pengujian kuat tekan beton. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode merusak (*Destructive test*) menggunakan mesin uji kuat tekan beton (*compressive test machine*) sesuai dengan SNI 03-1974-1990 mutu beton yang direncanakan adalah K-100 atau mutu tingkat 1 sesuai dengan SNI 03-0348-1989.

### 2.3.5. Pengujian transmisi cahaya

Metode pengukuran merupakan salah satu metode digunakan untuk menguji transmisi cahaya pada suatu benda transparan. Metode ini melibatkan pengukuran langsung intensitas cahaya yang melewati suatu objek transparan. Alat yang digunakan untuk mengukur intensitas cahaya adalah lux meter. Mula-mula ruangan harus dalam keadaan gelap dan pastikan cahaya tidak ada yang masuk. Kemudian nyalakan cahaya dan ukur intensitasnya dengan jarak sesuai ketebalan beton transparan. Letakan beton transparan diantara sumber cahaya dan luxmeter kemudian catat hasilnya. Ilustrasi pengujian transmisi cahaya ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Ilustrasi pengujian transmisi cahaya

### 2.3.6. Analisis natural lighting green building

Analisis *natural lighting* untuk penggunaan green building berdasarkan pada pencahayaan alami yang dibuat oleh GBCI (*green building council* Indonesia) summary green ship v.10 GBCI pencahayaan alami mampu menerangi 50% dari luas ruangan, sesuai dengan standar SNI system pencahayaan (SNI 6197-2011).

## 3. Hasil dan pembahasan

### 3.1. Pengujian analisis saringan

Pemeriksaan agregat dengan *shieve shaker* ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil analisis saringan dengan *shieve shaker*

Diameter saringan (mm)	Berat tertahan (gr)	Berat tertahan (%)	Komulatif		
			Berat tertahan	Tertahan (%)	Lolos(%)
9,5	0	0	0	0	100%
4,75	0	0	0	0	100%
2,36	55	11%	0,11	11%	89%
1,18	80	16%	0,27	27%	73%
0,6	80	16%	0,43	43%	57%
0,3	110	22%	0,65	65%	35%
0,15	90	18%	0,83	83%	17%
0,075	65	13%	0,96	96%	4%
0	20	4%	1	100%	0
Jumlah	500	100%	4	325%	

Fineness Modulus (FM) / Modulus kehalusan dilakukan perhitungan menggunakan Persamaan 1.1.

$$FM = \frac{\sum \text{berat tertinggal komulatif}}{100} \dots\dots\dots(Pers. 1.1)$$

FM = 2,2 (Kategori halus)

**3.2. Pengujian kandungan lumpur system cucian**

Pemeriksaan kandungan lumpur ditunjukkan pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Hasil pengujian kandungan lumpur

Berat pasir sebelum dicuci (gr)	Berat pasir setelah dicuci (gr)
200	195

**3.3. Pengujian kandungan lumpur dengan NaOH**

Pemeriksaan kandungan lumpur ditunjukkan pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Hasil pengujian kandungan lumpur dengan NaOH

Material	Awal	Akhir
Pasir	127	124
Lumpur	-	3
Air	194	194
NaOH	6	6
Warna	Purih keruh	Kuning Muda

**3.4. Pengujian transmisi cahaya**

Pemeriksaan transmisi cahaya ditunjukkan pada Tabel 7.

**Tabel 7.** Hasil pengujian transmisi cahaya

Fiber Optik	Sampel	Cahaya diterima (lux)	Cahaya diteruskan (lux)	rasio transmisi cahaya(%)	nilai rata-rata (lux)	rata-rata rasio (%)
3%	1	12000	278	2%	307,00	3%
	2		426	4%		
	3		217	2%		
4%	1	12000	1500	13%	1277,33	11%
	2		1011	8%		
	3		1321	11%		
5%	1	12000	2003	17%	1806,33	15%
	2		1908	16%		
	3		1508	13%		

**3.5. Analisis natural lightning green building**

Analisis *natural lighting* dilakukan pada ruangan 101 D-IV Teknik sipil Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro dengan luas ruangan 20m<sup>2</sup> dan luas dinding penampang 16m<sup>2</sup>. kebutuhan cahaya ruang kelas adalah 350 lux (SNI 6197-2011 sistem pencahayaan). Perhitungan analisis dilakukan menggunakan Persamaan 1.2.

$$I_0 \times \tau \times A_1 = I_1 \times A_2 \dots\dots\dots(Pers. 1.2)$$

Ket :  $I_0$  = cahaya external (lux)

$\tau$  = rasio transmisi cahaya

$A_1$  = luas dinding ( $m^2$ )

$I_1$  = cahaya yang ditransmisikan (lux)

$A_2$  = luas ruangan ( $m^2$ )

Untuk beton 3% *fiber optic*

$$10.000 \times 3\% \times 16 = I_1 \times 20$$

$$I_1 = 240 \text{ lux (memenuhi natural lighting)}$$

Untuk beton 4% *fiber optic*

$$10.000 \times 11\% \times 16 = I_1 \times 20$$

$$I_1 = 880 \text{ lux (memenuhi kebutuhan cahaya ruangan)}$$

Untuk beton 3% *fiber optic*

$$10.000 \times 3\% \times 16 = I_1 \times 20$$

$$I_1 = 1200 \text{ lux (melebihi standar kebutuhan cahaya)}$$

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian beton transparan dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil uji kuat tekan beton transparan dengan campuran 1:3 semen dan pasir dan fiber optik 3%, 4%, dan 5% memiliki kuat tekan lebih dari K-100 sehingga aman jika dijadikan dinding ruangan.
2. Beton transparan dapat dijadikan material untuk dijadikan green building sesuai standar *summary green ship* v.10 GBCI dan SNI 6197:2011 sistem pencahayaan karena mampu mentransmisikan cahaya.
3. Analisis *natural lighting* bersifat fleksibel karena bergantung pada luas dinding dan luas ruangan.

#### Ucapan terima kasih

Terima kasih penyusun ucapkan kepada Bapak Drs. Puji Widodo, M.T. dan Bapak Bambang Setiabudi, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing dalam penelitian ini. Terima kasih kepada keluarga dan teman-teman yang telah membantu proses pelaksanaan sehingga dapat selesai tepat pada waktunya.

#### Referensi

Gunter K. Auernhammer. *Transparent model concrete with tunable rheology for investigating flow and particle-migration during transport in pipes. Germany.*

Huang, Baofeng. (2020) *Light transmitting performance of translucent concrete building envelope.* College of Civil Engineering, Nanjing Tech University, Nanjing, PR China.

Kamdi, Akshaya B. (2013) *Transparent concrete as a green material for building.* Civil engineering, Nagpur University, Maharashtra, India.

Luhar, Ismail, Salmabanu L, Pericles S, Antreas T, Michael F. P, Demetris N, (2021). *Light Transmitting concrete : A Review.* Departemen og Civil engineering, Shri jagdishprasad Jhabarmal Tibrewala University, Rajasthan 333001, India.

Nugrahaini, E F., Sekartedjo K., A.M. Hatta. *Perancangan system transmisi cahaya matahari melalui serat optic untuk pencahayaan ruangan.* Jurusan Teknik fisika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya.

P.M . Shanmgavadvu, v. Scinduja, T. Sarathivelan, C.V Shudesamithronn. (2014) *An Experimental Study on Light Transmitting Concrete.* Departemen of civil engineering, Knowledge Institute of Technology, Kakkapalayam, Salem, - 637 504, Tamil Nadu, India.

Pratiwi, Sustika., Hakas P., Fadillawaty S. (2016) *Kuat tekan beton serat menggunakan variasi fiber optic dan pecahan kaca.* Teknik sipil, Fakultas Teknik,

Shreyas.K.(2018). *Transparent Concrete.* International Journal of Engineering Technology Science and Research.India

Su, xiaosung, Ling Z, Yongqiang L., Zhongbing L. (2022) *An energy analysis of translucent concrete embedded with inclined optical fibers.* College of Civil Engineering, Hunan University, Hunan 410082, PR China

- Tahwia, Ahmed M., Nimen., Mohmaed S., Mohammed A. (2022) *Mechanical and light transmittance properties of high-performance translucent concrete*. Civil Engineering Department, Faculty of engineering, Mansoura University, Mansoura, Egypt.
- Wahyudi, H.M. 2011. *Mengenal Teknologi Kabel Serat Optik (Fiber Optic)*. Bina Sarana Informatika.