

BETON RINGAN SEMBUH MANDIRI, SEBUAH MATERIAL BARU RAMAH LINGKUNGAN

Aldisar Yanuar Putra¹, Taufiq Rochman², Deni Putra Arystianto³

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang², Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang³

Email: aldisaryanuar01@gmail.com¹, taufiq.rochman@polinema.ac.id², deniputra@polinema.ac.id³

ABSTRAK

Bangunan beton bertanggung jawab terhadap emisi CO₂ karena penggunaan semen. Berbagai upaya dilakukan dengan menggunakan beton yang bisa menyembuhkan diri atau disebut *self-healing concrete* dengan bantuan mikroorganisme serta untuk mencapai struktur bangunan yang ringan dengan teknologi beton ringan (*foam concrete*). Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji campuran beton ringan dan pengaruh pemberian bakteri terhadap beton ringan. Data yang dianalisis pada penelitian adalah hasil pengujian berat jenis dan pengujian kuat tekan serta harga produksi material, untuk hasil pengujian bakteri berupa hasil uji pewarnaan gram dan uji densitas bakteri dengan alat hemacytometer. Dari hasil pengujian beton ringan menunjukkan pengaruh penambahan bakteri Pada penelitian didapatkan peningkatan nilai kuat tekan dan berat jenis dari beton ringan tanpa bakteri.

Kata kunci: beton ringan, self-healing concrete, bacillus subtilis, bata ringan, kuat tekan

ABSTRACT

Concrete buildings are responsible for CO₂ emissions due to the use of cement. Various attempts have been made to use self-healing concrete or so-called self-healing concrete with the help of microorganisms and to achieve lightweight building structures with lightweight concrete technology (*foam concrete*). This study aims to examine lightweight concrete mixtures and the effect of bacteria on lightweight concrete. The data analyzed in this study were the results of specific gravity and compressive strength tests as well as material production prices, for bacterial test results in the form of gram staining test results and bacterial density tests with a hemacytometer. From the results of lightweight concrete testing, it showed the effect of adding bacteria. In the study, it was found that the compressive strength and specific gravity values of lightweight concrete without bacteria increased.

Keywords: lightweight concrete, self-healing concrete, bacillus subtilis, lightweight brick

1. PENDAHULUAN

Beton memiliki kelemahan pada tegangan tarik, susut, pembebanan lelah, dan pengaruh kondisi lingkungan sehingga menyebabkan beton menjadi retak [1]. Retakan mikro ini dapat mengurangi ketangguhan beton, meningkatkan permeabilitas, yang pada akhirnya dapat menyebabkan penurunan integritas struktural, daya tahan, dan masa pakai beton. Hal ini membuat penggunaan semen portland semakin meningkat dan banyak seiring dengan pesatnya pembangunan menggunakan bahan semen. Produksi beton global diperkirakan meningkat hingga 23%

pada tahun 2050. Karena bangunan beton sebagai kontributor penting emisi gas rumah kaca global, dan bertanggung jawab hingga 8% dari total emisi CO₂ antropogenik karena penggunaan semen. Dalam hal ini, produksi satu ton semen Portland melepaskan ~0,86 ton CO₂ ke atmosfer, di mana ~40% dari emisi ini dapat dikaitkan dengan pembakaran bahan bakar fosil dan ~60% dengan kalsinasi batu kapur untuk menghasilkan kalsium oksida [2].

Salah satu upaya yang dilakukan yaitu dengan menggunakan beton yang bisa menyembuhkan diri dengan bantuan mikroorganisme atau disebut dengan *self-healing*

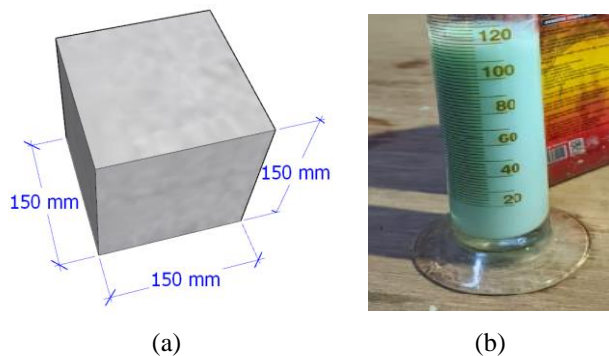
concrete. Menurut [3] cara kerja *self-healing concrete* dengan bantuan bakteri adalah bakteri yang ditambahkan ke beton saat pencampuran. Bakteri ini memiliki kemampuan untuk berkembang biak saat terkena air, kelembapan, bahkan udara. Ketika retakan terjadi, bakteri ini berkembang dan memproduksi zat sejenis batu gamping (*kalsium karbonat*) untuk menutup retakan dan menghindari perluasan retakan lebih lanjut.

Beton normal pada umumnya memiliki massa jenis yang cukup berat yaitu 2400 kg/cm^2 [4] yang menyebabkan konstruksi dengan bahan beton memiliki beban yang sangat berat. Hal ini menyebabkan ilmu teknologi beton semakin berkembang salah satunya teknologi beton ringan (*light weight concrete*) menggunakan busa (*foam concrete*).

Dengan pemaparan diatas, teknologi beton *self-healing concrete* dan beton ringan (*lightweight concrete*) dinilai memiliki manfaat dalam meningkatkan ketahanan, umur pakai bangunan, dan mengurangi penggunaan semen secara berlebihan. Oleh karena itu, penelitian ini akan mengevaluasi efektivitas dari berbagai bahan yang digunakan dalam “Beton Ringan Bakteria yang Bisa Menyembuhkan Diri” sebagai kajian bahan dan struktur.

2. METODE

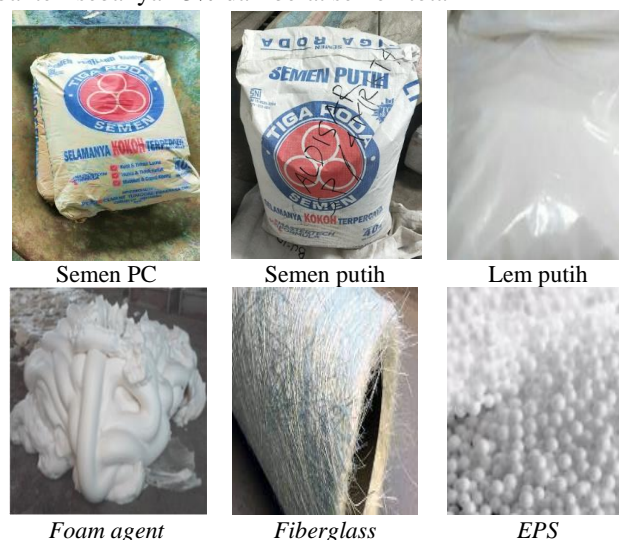
Penelitian ini dimulai dengan pembuatan benda uji kubus pada cetakan ukuran $150 \times 150 \times 150 \text{ mm}$. Dari pembuatan benda uji kubus dilakukan dua komposisi yaitu uji tanpa bakteri, dan uji dengan bakteri (penambahan *Bacillus Subtilis* media cair). Pengujian tekan kubus dilakukan saat benda uji berumur 28 hari. Untuk benda uji tanpa bakteri dilakukan *curing* dalam air, dan benda uji dengan bakteri dilakukan *curing* suhu ruang. Parameter yang dianalisis antara lain berat jenis, kuat tekan, dan harga produksi per m^3 .



Gambar 1 (a) Benda Uji Kubus $15 \times 15 \text{ cm}$, (b) *Bacillus Subtilis* Media Cair

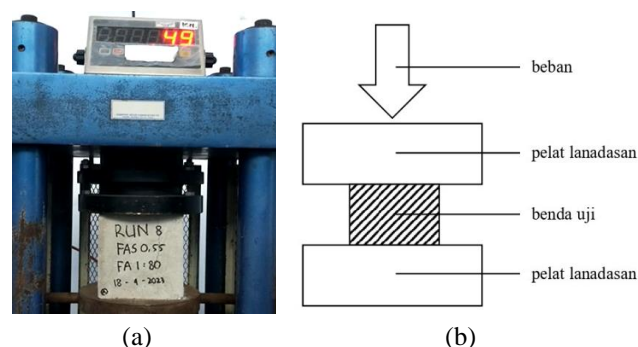
Campuran pada beton ringan untuk uji tanpa bakteri dan uji dengan bakteri menggunakan bahan antara lain semen PC, semen putih, lem putih, *foam agent*, serat *fiberglass*, dan *Expanded Polystyrene System*. *Bacillus Subtilis* sebagai agen

penyembuhan beton ringan ditambahkan pada RUN dengan bakteri sebanyak 3% dari berat semen total



Gambar 2 Bahan-bahan Beton Ringan

Pengujian kuat tekan benda uji kubus dilaksanakan dengan mesin *Compressive Test Machine (CTM)* pada saat beton mencapai umur 28 hari. Pembebanan dilakukan hingga benda uji tidak menunjukkan perlawanan pada dial *CTM* dan mulai mengalami retak hingga hancur.



Gambar 3 (a) Uji Tekan, (b) Ilustrasi Uji Tekan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Komposisi Tanpa Bakteri dan Dengan Bakteri

Hasil benda uji komposisi tanpa bakteri. Hasil yang didapatkan dari uji ini berupa berat jenis, kuat tekan, dan harga benda uji.

Table 1 Hasil Berat Jenis dan Uji Kuat Tekan pada Uji Komposisi Tanpa bakteri

RUN	σ (MPa)	BJ (kg/m^3)	Harga (Rp)
1	0,90	614,49	1,71 jt
2	0,92	705,81	1,55 jt
3	2,09	757,66	1,73 jt
4	2,38	888,73	1,83 jt
5	1,29	624,32	1,73 jt

6	1,18	715,92	1,64 jt
7	1,77	807,38	1,66 jt
8	2,06	769,11	1,61 jt
9	1,01	647,86	1,59 jt
10	1,21	675,56	1,60 jt

Setelah melakukan uji komposisi tanpa bakteri, dilanjutkan dengan uji komposisi dengan bakteri. Hasil yang didapatkan dari uji ini berupa berat jenis, kuat tekan, dan harga benda uji. Analisis yang dilakukan adalah perbedaan beton tanpa bakteri dan dengan bakteri.

Table 2 Hasil Berat Jenis dan Uji Kuat Tekan Uji Komposisi Dengan Bakteri

RUN	σ (MPa)	BJ (kg/m ³)	Harga (Rp)
1B	4,03	984,34	4,22 jt
2B	3,18	730,80	4,22 jt
3B	4,70	1018,73	4,35 jt
4B	11,68	1354,06	4,99 jt
5B	5,55	977,82	4,33 jt
6B	3,04	795,76	4,26 jt
7B	3,13	741,04	4,18 jt
8B	6,04	992,59	4,11 jt
9B	3,85	876,79	4,06 jt
10B	5,81	900,86	4,06 jt

Berikut merupakan hasil analisis fisik benda uji mulai dari uji pendahuluan, percobaan bata ringan RUN tanpa bakteri, RUN dengan bakteri

Table 3 Analisis Fisik Benda Uji

<p>Uji komposisi tanpa bakteri</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Rongga pada beton cukup kecil sehingga beton tidak mudah menyerap air dan lebih kuat dari benda uji pendahuluan sebelumnya. - Berat jenis benda uji berkisar antara 614,49 kg/m³ – 888,73 kg/m³.
<p>Uji komposisi dengan bakteri</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Rongga pada beton sangat kecil dan jarang karena tertutup oleh endapan kalsit pada bakteri sehingga beton tidak mudah menyerap air yang banyak. - Berat jenis benda uji berkisar antara 730,80 kg/m³ – 1354,06 kg/m³. Hal ini dikarenakan peran <i>Bacillus Subtilis</i> menutup celah atau rongga pada beton.

Dari hasil rongga pada beton benda uji memiliki perbedaan antara benda uji tanpa bakteri dibandingkan benda uji dengan bakteri. Jumlah rongga pada beton dengan bakteri sangat kecil dan banyak tertutup oleh endapan kalsit. Hal ini merupakan peran dari *Bacillus Subtilis* sebagai agen hayati untuk menutup celah pada beton saat terkena air atau udara. Bakteri *Bacillus Subtilis* yang pada fase dorman (tidur atau tidak aktif) membentuk spora karena menyesuaikan terhadap lingkungan baru dan akan aktif ketika ada air atau udara, bakteri akan bereaksi karena terdapat karbon dioksida yang dihasilkan akibat respirasi bakteri.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan diatas, terdapat beberapa kesimpulan yang dapat diambil diantaranya adalah pengaruh *Bacillus Subtilis* dengan konsentrasi 3% dari berat semen menyebabkan peningkatan berat jenis sebesar 3,14% terhadap beton ringan tanpa bakteri. Sesuai [5] nilai kuat tekan beton menunjukkan peningkatan mulai 28% hingga 50% dari beton tanpa perlakuan bakteri dengan konsentrasi bakteri 10⁶ sel/mL. Pada penelitian didapatkan peningkatan nilai kuat tekan sebesar 244% dari beton ringan tanpa perlakuan. Hal ini berbeda jauh karena konsentrasi bakteri yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 1,46.10⁸ sel/mL lebih banyak dari penelitian yang dilakukan sebelumnya, dan juga beton ringan yang sifatnya memiliki banyak rongga memungkinkan bakteri untuk menutup rongga atau celah dengan endapan kalsit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Qureshi, T., & Al-Tabbaa, A. (2020). Self-Healing Concrete and Cementitious Materials. In *Advanced Functional Materials*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.92349>
- [2] Bagga, M., Hamley-Bennett, C., Alex, A., Freeman, B. L., Justo-Reinoso, I., Mihai, I. C., Gebhard, S., Paine, K., Jefferson, A. D., Masoero, E., & Ofițeru, I. D. (2022). Advancements in bacteria based self-healing concrete and the promise of modelling. In *Construction and Building Materials* (Vol. 358). Elsevier Ltd, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.129412>
- [3] Kamran, S. (2022). *Self Healing Concrete*. <https://www.researchgate.net/publication/357974973>
- [4] SNI-1727-2020. (2020). "Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan. www.bsn.go.id
- [5] Karthik, C., & Mohan Rao P, R. (2016). *Properties of Bacterial-based Self-healing Concrete-A review*