

ANALISIS BETON HONEYCOMB DI PROYEK GW10

Lie Jorge William¹ dan Widodo Kushartomo²

¹Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta
giorgiwilliam10@gmail.com

²Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta
widodo@ft.untar.ac.id

Masuk: 10-10-2023, revisi: 25-10-2023, diterima untuk diterbitkan: 30-10-2023

ABSTRACT

The analysis of concrete honeycomb is a significant study in the field of civil engineering that aims to comprehend, identify, and address honeycomb issues in concrete structures. Honeycomb is a condition where there are voids or defects on the concrete surface, which can result in a decrease in the strength and durability of the structure. In this research, concrete samples experiencing honeycomb from various construction projects were collected and subsequently, tested by various non-destructive testing methods such as ultrasonic testing and radar penetration. The analysis revealed that factors such as inadequate compaction during concrete mixing, insufficient care during curing, and problems during the construction process can be the causes of honeycomb formation. By understanding the causes and consequences of this phenomenon, recommendations to prevent such defect are provided, together with the structural repair to ultimately enhance the integrity and lifespan of concrete structures.

Keywords: concrete; honeycomb; structures

ABSTRAK

Analisis mengenai beton keropos adalah sebuah penelitian yang sangat penting dalam bidang rekayasa sipil. Tujuannya adalah untuk memahami, mengidentifikasi, dan mengatasi masalah yang berkaitan dengan fenomena keropos pada struktur beton. Keropos adalah keadaan di mana terdapat ruang kosong atau ketidaksempurnaan pada permukaan beton, yang dapat menyebabkan penurunan kekuatan dan daya tahan struktur tersebut. Dalam penelitian ini, sampel beton yang mengalami keropos dari berbagai proyek konstruksi dikumpulkan dan diuji menggunakan berbagai teknik pengujian non-destruktif, seperti ultrasonik dan radar penetrasi. Hasil analisis menunjukkan bahwa faktor-faktor seperti ketidakmerataan pemadatan selama proses pencampuran beton, perawatan yang kurang memadai selama proses pengerasan, serta masalah dalam pelaksanaan konstruksi dapat menjadi penyebab terbentuknya keropos. Dengan memahami penyebab dan dampak dari fenomena ini, saran untuk mencegahnya, yang pada akhirnya akan meningkatkan kekokohan dan umur panjang pada struktur beton tersebut.

Kata kunci: beton; keropos; struktur

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Latar belakang analisis beton keropos pada beton adalah dasar yang sangat penting dalam bidang rekayasa sipil dan industri konstruksi. Keropos adalah istilah yang merujuk pada situasi di mana ada ruang kosong atau ketidaksempurnaan pada permukaan beton yang pada dasarnya harus padat dan kuat. Lubang-lubang yang relatif dalam dan lebar pada beton, dikenal dengan sebutan *voids* atau *honeycomb* (Isneini, 2009). Masalah ini sering terjadi pada struktur beton dan memiliki dampak negatif pada kekuatan dan daya tahan struktur tersebut.

Keropos pada beton memiliki potensi untuk mengakibatkan kerusakan struktural yang serius, yang dapat mengancam kekuatan dan ketahanan struktur serta meningkatkan kompleksitas perbaikan yang mahal. Oleh karena itu, pemahaman yang lebih mendalam mengenai penyebabnya dapat membantu dalam merancang tindakan pencegahan yang efisien selama proses konstruksi, dengan fokus pada pengembangan material beton yang lebih tahan terhadap fenomena *honeycomb*. Kerugian *honeycomb* dapat dikategorikan sebagai kerusakan struktural atau nonstruktural tergantung lokasi dan luasnya. Hampir semua kerusakan *void* mengakibatkan kerusakan struktural. Dengan demikian, penelitian ini berpotensi untuk meningkatkan keandalan struktur beton dan mengurangi risiko kerusakan struktural di masa mendatang seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Kolom Keropos

Rumusan masalah

1. Apa yang menjadi penyebab munculnya *honeycomb* pada struktur beton?
2. Bagaimana metode pengujian untuk meningkatkan keparahan *honeycomb* pada beton?
3. Bagaimana dampak dari adanya *honeycomb* terhadap kekuatan dan ketahanan struktur beton?

Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian analisis beton keropos pada beton dapat dijadikan dasar penelitian untuk mendalami dan mengatasi fenomena *honeycomb*. Hipotesis tersebut mencakup berbagai aspek seperti penyebab terbentuknya keropos, perawatan selama pengerasan, pengaruh lingkungan, langkah-langkah pencegahan, dampak terhadap kekuatan struktural, metode perbaikan, dan pengaruh pemilihan material. Penelitian ini bertujuan untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan kunci dan meningkatkan pemahaman terhadap *honeycomb* pada beton dengan harapan dapat meningkatkan keandalan serta kualitas struktur beton dalam proyek-proyek konstruksi di masa mendatang. Hipotesis-hipotesis ini dapat digunakan sebagai dasar untuk merancang dan melaksanakan penelitian analisis beton *honeycomb* pada beton dengan tujuan memahami lebih lanjut fenomena ini dan mengembangkan solusi yang lebih baik untuk mengatasi serta mencegahnya dalam proyek konstruksi.

Tujuan penelitian

1. Untuk mengetahui faktor penyebab *honeycomb*.
2. Untuk mengetahui metode dalam pengujian terjadinya *honeycomb* pada beton..
3. Untuk mencari solusi terhadap dampak yang timbul akibat kehadiran *honeycomb* pada struktur beton.

Landasan teori

1. Teori Kompaksi Beton: Teori ini berfokus pada proses kompaksi campuran beton saat pencampuran dan pengecoran. Kompaksi yang tidak memadai dapat mengakibatkan terbentuknya kekosongan atau *honeycomb* pada struktur beton.
2. Teori Perawatan Beton: Konsep ini melibatkan perawatan yang tepat selama proses pengerasan beton. Perawatan yang kurang optimal, seperti kurangnya kelembapan, dapat menghasilkan kecacatan pada permukaan beton.
3. Teori Pengaruh Lingkungan: Teori ini mencakup bagaimana kondisi lingkungan, seperti suhu ekstrim atau paparan bahan kimia, dapat mempengaruhi pembentukan keropos pada beton.
4. Teori Struktur Beton: Ini melibatkan pemahaman tentang struktur internal beton, termasuk agregat, dan interaksi antar komponen beton. Ketidaktepatan dalam struktur beton dapat berperan dalam terbentuknya keropos.
5. Teori Mekanika Material: Konsep ini melibatkan pemahaman tentang perilaku mekanik material beton, seperti tegangan, regangan, dan sifat-sifat elastisitas. Ketidaktepatan dalam material beton dapat berkontribusi pada terjadinya keropos.
6. Teori Dampak Terhadap Kekuatan Struktural: Penelitian mengenai bagaimana keropos memengaruhi kekuatan dan ketahanan struktur beton juga melibatkan konsep-konsep dalam mekanika material dan mekanika struktur.
7. Teori Perbaikan Beton: Jika penelitian melibatkan upaya perbaikan atau restorasi struktur beton yang terkena dampak *honeycomb*, konsep-konsep dalam perbaikan beton seperti penggunaan material perbaikan dan teknik perbaikan struktur juga menjadi relevan.

8. Teori Konstruksi: Teori ini berkaitan dengan metode konstruksi yang digunakan. Pemahaman tentang bagaimana proses konstruksi dapat memengaruhi terbentuknya *honeycomb* pada beton sangat penting.

2. METODE PENELITIAN

Studi teori dan wawancara

Langkah awal yang akan dilakukan adalah menganalisis mempelajari yang berkaitan dengan kerusakan pada beton. Setelah itu melakukan survei lapangan untuk membandingkan analisis data teori yang ada dengan kenyataan yang terjadi di lapangan.

Pengamatan di lapangan

Pertama, secara informal memberi tahu pihak aplikator lapangan atau praktisi lapangan untuk mendapatkan ijin untuk melakukan survei di lokasi proyek dan memberikan informasi terkait penelitian. Selanjutnya, penulis melakukan survei langsung di lapangan yang terkait dengan penelitian, menggunakan kamera yang telah disiapkan untuk mengumpulkan bukti dokumentasi. Setelah itu, mewawancarai site operational manager dan pekerja lapangan mengenai bagaimana kerusakan *honeycomb* terjadi pada beton tersebut, meminta penjelasan tentang metode pencegahan yang dapat digunakan, dan memberikan perhitungan persenan yang dapat diakibatkan oleh setiap faktor.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan kerusakan pada beton

Beton yang keropos adalah yang mengakibatkan struktur kehilangan integritas karena paparan air, serangan garam, pembekuan, dan pencairan berulang. salah satu masalah yang sangat penting bagi industri konstruksi adalah keroposnya beton, yang dapat mengurangi daya tahan dan masa konstruksi. Kualitas beton sendiri sangat dipengaruhi oleh beberapa bahan penyusunnya seperti air, semen agregat kasar, agregat halus dan bahan tambahan lainnya (Pagut et al., 2017).

Dalam perencanaan dan desain struktur, mempertimbangkan faktor lingkungan juga penting. Untuk membuat struktur yang tahan terhadap keropos, pemilihan jenis beton, ketebalan pelindung, dan perlindungan tambahan seperti pelapisan atau perbaikan harus dipertimbangkan. Ini karena faktor seperti suhu, kelembaban, dan lingkungan korosif dapat memengaruhi tingkat keropos beton.

Untuk membuat bangunan yang kuat dan tahan lama, sangat penting untuk memahami faktor-faktor yang menyebabkan beton keropos dan bagaimana mengelolanya. Oleh karena itu, penelitian dan pemahaman mendalam tentang topik ini terus berkembang dalam bidang teknik sipil dan konstruksi. Contoh balok keropos dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Balok Keropos

Untuk dapat mengetahui lebar retak maksimum yang diperbolehkan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Lebar Maksimum Retak yang Diizinkan (Saputra et al., 2014).

Jenis Struktur dan Kondisi	Toleransi Lebar Retak (mm)
Struktur dalam ruangan, udara kering, pemberian lapisan kedap air	0.41
Struktur luar, kelembapan sedang, tidak ada pengaruh korosi	0.3
Struktur luar, kelembapan tinggi, pengaruh kimiawi	0.18
Struktur dengan kelembapan tinggi dan dipengaruhi oleh korosi (salju/es, air laut)	0.15
Struktur berkaitan dengan air	0.1

Penyebab kerusakan

Beton yang mengalami keropos menjadi lebih rapuh, lebih rentan terhadap retakan, dan kurang mampu menahan beban yang seharusnya dapat diatasi. Di bidang konstruksi, beton yang keropos sering terjadi. Terutama pada kolom, ini harus diperbaiki segera jika tidak akan menyebabkan masalah pada besi tulangan karena kan berhubungan langsung dengan air dan udara. Selain itu, kekuatan struktur beton akan berkurang secara signifikan, dan apabila tidak diperhatikan, struktur dapat runtuh dengan cepat. Beberapa penyebab umum beton keropos dan penjelasannya. Dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Faktor Penyebab Pengeroposan

Faktor	Penyebab
Teknis	Kesalahan pada proses pencampuran
Pekerja	Proses pemadatan beton kurang sempurna
	Adukan cor yang terlalu encer
	Pemasangan besi tulangan
	Bekisting terlalu cepat dibongkar
Material	Bekisting dalam kondisi kotor

1. Tahap pencampuran beton yang salah jika air ditambahkan langsung, campuran semen dan pasir tidak akan tercampur dengan baik. Campuran harus diaduk terlebih dahulu hingga merata sebelum air ditambahkan. Campuran beton yang dianjurkan yaitu 1 semen : 2 pasir : 3 kerikil dengan 1 air.
2. Dalam proses pengecoran, pemadatan yang tidak sempurna terjadi ketika adukan semen tidak menutup sebagian area, menyebabkan ruang kosong yang dapat menyebabkan beton keropos.
3. Pada pembuatan adukan cor dilakukan dengan asal-asalan yang dapat mengakibatkan adukan cor tersebut tidak layak untuk di pakai. Seperti campuran adukan semen yang terlalu kental atau encer.
4. Baja tulangan yang salah dipasang. Selimut beton akan menjadi terlalu tipis jika penguatan ini tidak dipasang pada posisi yang benar.
5. Karena getaran yang terjadi selama pembongkaran bekisting dapat merusak beton yang belum siap, pembongkaran bekisting terlalu cepat dapat menyebabkan pengeroposan beton kolom.
6. Bekisting yang digunakan terlebih dahulu harus bersih dari sisa-sisa beton lama karena jika terdapat sisa beton lama pada permukaannya, itu akan menyebabkan beton yang tidak rapi dan mudah keropos. Saat pengambilan data.

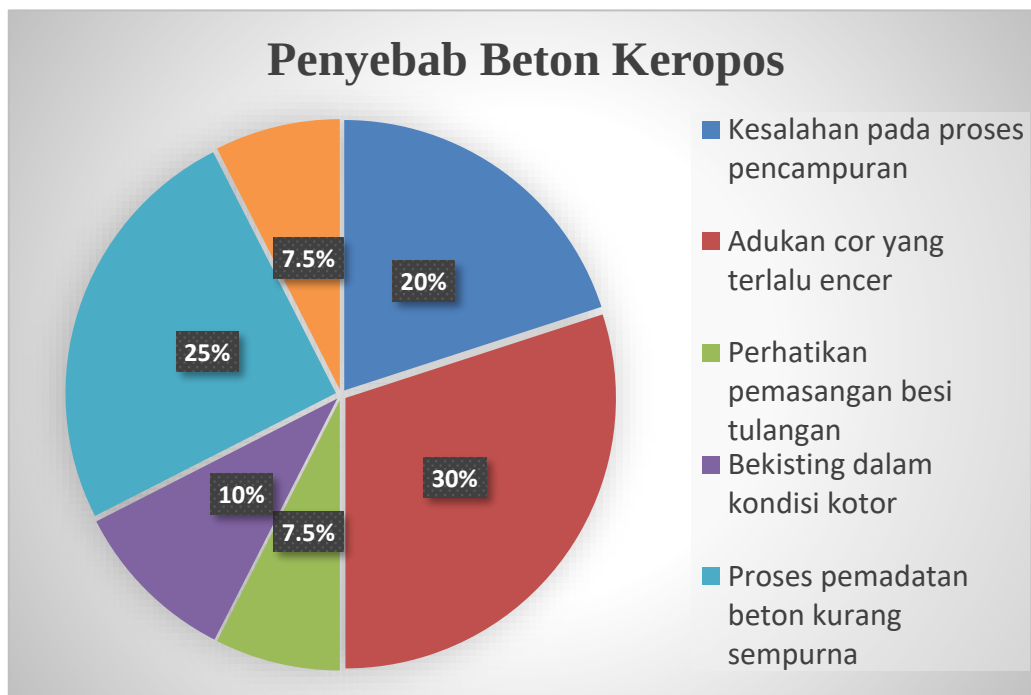
Jadi dapat dijelaskan bahwa di analisis di proyek terdapat 40 kasus pengeropos beton dengan rincian pada Tabel 3:

Tabel 3. Presentase kasus pengeroposan beton

No	Jenis Kasus	Jumlah kasus	Presentase (%)
1	Kesalahan pada proses pencampuran	8 Kasus	$\frac{8}{40} \times 100 \% = 20 \%$
2	Adukan cor yang terlalu encer	12 Kasus	$\frac{12}{40} \times 100 \% = 30 \%$
3	Pemasangan besi tulangan	3 Kasus	$\frac{3}{40} \times 100 \% = 7.5 \%$

Tabel 3 (Lanjutan). Presentase kasus pengeroposan beton

No	Jenis Kasus	Jumlah kasus	Presentase (%)
4	Bekisitng dalam kondisi kotor	4 Kasus	$\frac{4}{40} \times 100 \% = 10 \%$
5	Proses pemadatan beton kurang sempurna	10 Kasus	$\frac{10}{40} \times 100 \% = 25 \%$
6	Bekisting terlalu cepat dibongkar	3 Kasus	$\frac{3}{40} \times 100 \% = 7.5 \%$
Total Kasus		40 Kasus	$\frac{40}{40} \times 100 \% = 100 \%$



Gambar 3. Diagram penyebab beton keropos

Metode perbaikan

Grouting adalah proses mengisi atau mengapurkan celah atau ruang antara bahan bangunan seperti batu bata, batu, atau keramik dengan campuran mortar yang terbuat dari semen, pasir, dan air. Tujuan perbaikan beton untuk memperpanjang masa layan beton sesuai umur rencana, menghindari pembiayaan pembangunan struktur baru, dan mempertahankan kinerja struktur yang aman. (Poerwodihardjo dan Istiningsih, 2020)

Metode grouting untuk memperbaiki beton keropos:

1. Membuat lubang kecil (*ports*): Untuk ventilasi atau jalur masuk, buat lubang pendek dengan bor dengan diameter 2,5 cm dan kedalaman 5 cm. Untuk retakan kecil, berikan jarak 150 mm dan untuk retakan besar, berikan 300 mm.
2. Segel retakan antar *ports* Buatlah lubang. Segel permukaan retakan dengan epoxy, polyester, atau penyegel yang dapat dilepaskan dengan plastik untuk injeksi tekanan rendah. Jika ingin tampilan beton, juga dapat menggunakan segel semen.
3. Bersihkan lubang (*ports*) dan retakan: Sebelum melakukan grouting, bilas permukaan dengan air bersih. Ini dilakukan untuk memeriksa apakah sistem penyegelan berfungsi dengan baik dan untuk membiasakan diri dengan kondisi basah.
4. Buatlah sambungan selang grouting: Tekanan grouting lebih tinggi membutuhkan metode pemasangan lubang masuk selang dan lubang angin dengan corong pipa pendek yang dimasukkan ke lubang, tetapi selang berbentuk kerucut sudah cukup untuk digunakan untuk tekanan grouting hingga 350 kPa.

5. Proses grouting: Grouting atau pengisian celah dapat dilakukan pada lubang (port) paling awal hingga grouting muncul di permukaan lubang (port) berikutnya atau segel permukaan lubang (port) menonjol keluar. Sampai lubang (port) terakhir, lanjutkan. Tekanan yang digunakan untuk injeksi harus dipilih dengan hati-hati. Selama epoxy menutupi lubang, gunakan tekanan injeksi yang rendah untuk retakan miring.
6. Proses akhir grouting: Retakan yang terisi dengan baik dapat dilihat Ketika tekanan tidak turun. Perhatikan suhu di lokasi perbaikan, yang merupakan salah satu komponen yang mempengaruhi keberhasilan grouting. Contoh semen SikagROUT 215 sebagai bahan untuk grouting dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Semen Sika Grout 215

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dalam industri konstruksi, kerusakan beton keropos adalah masalah yang signifikan yang dapat mengancam kekuatan dan keamanan struktur. Hasil dari kerusakan ini adalah lubang-lubang yang tidak terisi dengan baik dalam beton dapat mengurangi kekuatan, ketahanan terhadap beban, dan daya tahan terhadap faktor lingkungan. Akibatnya, struktur dapat menjadi lebih rentan terhadap kerusakan tambahan seperti retakan dan korosi. Oleh karena itu, sangat penting untuk segera menemukan dan memperbaiki kerusakan beton *honeycomb* atau beton keropos dengan tindakan perbaikan yang tepat, yang mencakup pemilihan bahan perbaikan yang tepat dan penerapan metode perbaikan yang tepat. Untuk memastikan bahwa struktur beton tetap utuh, pencegahan dan pemeliharaan rutin harus diterapkan.

Saran

Untuk memastikan integritas struktur, perbaikan beton keropos harus dilakukan. Jika ada, saran berikut harus diikuti untuk perbaikan beton *honeycomb*:

Evaluasi Kerusakan: Pertama, evaluasi kerusakan beton *honeycomb*. Pastikan untuk mengikuti pedoman SNI 03 2834 2000 terkait pengujian struktur beton untuk mengetahui tingkat kerusakan.

Pemilihan Bahan Perbaikan: Sesuai dengan SNI 7656 2012 yang berkaitan dengan pemilihan bahan, mortir semen berkualitas tinggi yang sesuai dengan karakteristik beton yang rusak biasanya digunakan sebagai bahan perbaikan.

Persiapan Permukaan: Pertama, bersihkan permukaan beton yang rusak. Pastikan untuk menghilangkan kotoran, debu, dan lapisan yang tidak melekat.

Teknik Penyempurnaan: Gunakan teknik penyempurnaan sesuai dengan pedoman teknis yang relevan. Tergantung pada tingkat kerusakan, ini bisa mencakup penggunaan metode injeksi beton atau mortir semen yang diperbaiki. Pastikan teknik yang digunakan memenuhi standar SNI 03 2834.

Kualitas Pekerjaan: Pastikan bahwa perbaikan beton dilakukan oleh tenaga kerja yang terampil dan berpengalaman. Pastikan juga bahwa prosedur dan metode yang digunakan.

Pemantauan dan Pengujian: Setelah perbaikan selesai, uji beton sesuai dengan SNI 2847 2019 untuk memastikan bahwa peningkatan kekuatan dan daya tahan telah memenuhi standar.

Selama setiap tahap perbaikan beton *honeycomb*, penting untuk selalu merujuk pada standar dan pedoman yang berlaku, untuk memastikan bahwa perbaikan dilakukan dengan benar, struktur tetap kuat dan tahan lama.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Pratiwi, H., Astutik, Y. S., & Umar, U. H. (2020). Studi komparatif kerusakan beton pada struktur kolom yang keropos dengan metode grouting. *Journal of Civil Engineering and Planning (JCEP)*, 1(2), 99-110.
- Isneini, M. (2009). Kerusakan dan perkuatan struktur beton bertulang. *Rekayasa: Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Lampung*, 13(3), 259-270.
- Pagut, A. H., Karels, D. W., & Hunggurami, E. (2017). Karakteristik teknis beton dan mortar menggunakan Pasir Bondo Hitam dan Bondo Merah. *Jurnal Teknik Sipil*, 6(1), 1-10.
- Poerwodihardjo, F. E., & Istiningsih, D. (2020). Evaluasi kerusakan beton dan metode perbaikan. *Teodolita: Media Komunkasi Ilmiah di Bidang Teknik*, 21(1), 1-4.
- Saputra, A. G., Taran, R., Sudjarwo, P., & Buntoro, J. (2014). Identifikasi penyebab kerusakan pada beton dan pencegahannya. *Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil*, 3(2), 1-7.

