

Analisis Faktor Penyebab Beton *Honeycomb* pada Kolom Struktur Bangunan Rumah Sakit 5 Lantai

Putri Rahmawati¹, Nadya Shafira Salsabilla²

^{1,2}Teknik Sipil, Pancasakti Tegal. Jl. Halmahera km. 1 Kota Tegal, 52121, Indonesia

Email: ¹putriirahmawaty@gmail.com, ²nadyashafira@upstegal.ac.id

Abstrak

Kualitas pelaksanaan pengecoran beton bertulang pada bangunan bertingkat memiliki pengaruh langsung terhadap kinerja dan keandalan struktur, khususnya pada bangunan dengan tingkat kepentingan tinggi seperti rumah sakit. Salah satu permasalahan yang sering dijumpai di lapangan adalah terjadinya beton *honeycomb* pada elemen kolom, yang berpotensi menurunkan kekuatan, durabilitas, serta kualitas permukaan beton. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor penyebab terjadinya beton *honeycomb* pada elemen kolom struktur bangunan rumah sakit 5 lantai. Metode penelitian yang digunakan adalah observasional–deskriptif kualitatif berdasarkan observasi di lapangan, studi dokumentasi, dan kajian literatur terhadap standar serta teori beton bertulang. Hasil analisis menunjukkan bahwa beton *honeycomb* dipengaruhi oleh kombinasi beberapa faktor, yaitu *workability* rendah (*slump* 8-10 cm), pemadatan vibrator tidak optimal (15 detik/titik), kerapatan tulangan, dan celah bekisting menunjukkan dampak penurunan kuat tekan dan risiko korosi, dengan rekomendasi pengendalian mutu beton dan pelatihan operator. Penelitian ini juga mengemukakan beberapa upaya teknis yang dapat diterapkan untuk meminimalkan terjadinya beton *honeycomb* pada pekerjaan kolom, antara lain pengendalian mutu beton segar, pemilihan metode pemadatan yang tepat, serta peningkatan pengawasan pelaksanaan di lapangan.

Kata Kunci: Beton *Honeycomb*, Kolom Beton Bertulang, Pemadatan Beton, Vibrator, Mutu Pelaksanaan.

Pendahuluan

Bangunan rumah sakit merupakan fasilitas publik dengan tingkat keandalan struktur yang tinggi karena menampung aktivitas pelayanan kesehatan secara berkelanjutan serta menerima beban operasional yang relatif besar. Oleh karena itu, perencanaan dan pelaksanaan struktur bangunan rumah sakit harus memenuhi persyaratan keselamatan yang lebih ketat dibandingkan bangunan umum lainnya, sebagaimana diatur dalam SNI 1726:2019 tentang ketahanan gempa dan SNI 1727:2020 mengenai beban minimum untuk perancangan bangunan gedung. Dalam konteks tersebut, struktur beton bertulang menjadi sistem struktur utama yang banyak digunakan pada bangunan bertingkat, termasuk rumah sakit, karena memiliki kemampuan menahan beban tekan yang besar serta dapat dipadukan dengan baja tulangan untuk menahan gaya tarik dan lentur.

Namun demikian, mutu dan kinerja struktur beton bertulang tidak hanya ditentukan oleh perencanaan dan kualitas material yang digunakan, tetapi juga sangat dipengaruhi oleh metode pelaksanaan konstruksi di lapangan. Ketidaksiharian antara prosedur teknis yang direncanakan dengan praktik pelaksanaan sering kali menimbulkan cacat pada beton struktural. Salah satu permasalahan yang umum terjadi adalah beton *honeycomb*, yaitu kondisi beton yang tidak padat dan memiliki rongga-rongga akibat beton tidak mengisi ruang bekisting secara sempurna (Neville & Brooks, 2010; Isneini, 2009). Fenomena ini umumnya disebabkan oleh pemadatan beton yang tidak optimal, *workability* beton segar yang rendah, konfigurasi penulangan yang rapat, serta kondisi bekisting yang tidak kedap.

Pada bangunan rumah sakit yang dikategorikan sebagai bangunan dengan tingkat kepentingan tinggi, keberadaan beton *honeycomb* tidak dapat dianggap sebagai cacat minor. Rongga-rongga pada beton dapat menurunkan kekuatan tekan efektif, mengurangi kekakuan elemen

struktur, serta membuka jalur masuk bagi air dan zat agresif yang berpotensi mempercepat terjadinya korosi tulangan. Dalam jangka panjang, kondisi tersebut dapat menurunkan *durabilitas* struktur dan memengaruhi umur layan bangunan, yang pada akhirnya berdampak pada aspek keselamatan dan keberlanjutan fungsi pelayanan rumah sakit.

Elemen kolom merupakan komponen struktur yang sangat krusial karena berfungsi menyalurkan beban vertikal dan horizontal dari struktur atas ke fondasi. Terjadinya beton *honeycomb* pada elemen kolom berpotensi menurunkan kapasitas dukung dan kinerja struktur secara keseluruhan, terutama pada bangunan bertingkat yang dirancang untuk memikul beban besar dan bekerja pada kondisi gempa. Meskipun perbaikan lokal terhadap beton *honeycomb* sering dilakukan di lapangan, pendekatan tersebut umumnya bersifat reaktif dan belum tentu menyelesaikan akar permasalahan yang menyebabkan terjadinya cacat beton tersebut.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini difokuskan pada analisis faktor-faktor penyebab terjadinya beton *honeycomb* pada elemen kolom struktur bangunan rumah sakit 5 lantai, dengan meninjau aspek metode pemadatan beton, karakteristik beton segar secara visual, konfigurasi penulangan, serta kondisi bekisting pada saat pelaksanaan pengecoran. Penelitian ini juga bertujuan untuk merumuskan upaya pencegahan yang dapat diterapkan secara praktis guna meminimalkan potensi terjadinya beton *honeycomb* pada pekerjaan kolom beton bertulang.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi baik secara praktis maupun akademik, yaitu sebagai bahan evaluasi teknis bagi pelaksana lapangan dalam meningkatkan kualitas pekerjaan pengecoran kolom, sebagai referensi bagi konsultan pengawas dan perencana dalam mengendalikan metode pelaksanaan konstruksi beton bertulang, serta sebagai tambahan kajian empiris dalam pengembangan ilmu teknik sipil, khususnya terkait mutu pelaksanaan beton bertulang pada bangunan dengan tingkat kepentingan tinggi seperti rumah sakit.

Landasan Teori

Beton bertulang merupakan material komposit yang terdiri atas beton sebagai elemen yang dominan menahan gaya tekan dan baja tulangan sebagai elemen penahan gaya tarik. Kombinasi kedua material ini menghasilkan elemen struktur yang memiliki kekuatan, kekakuan, serta daktilitas yang memadai untuk digunakan pada bangunan bertingkat (Nawy, 1998). Dalam perencanaan dan pelaksanaan, beton bertulang harus memenuhi persyaratan kekuatan, keawetan, dan kemampuan layan sesuai ketentuan SNI 2847:2019.

Kolom adalah elemen struktur vertikal yang berfungsi menyalurkan beban aksial dan momen dari struktur atas ke fondasi. Kegagalan atau penurunan mutu pada elemen kolom dapat berdampak langsung terhadap stabilitas dan keselamatan struktur secara keseluruhan. Oleh karena itu, mutu beton dan ketepatan pelaksanaan pada elemen kolom menjadi aspek yang sangat krusial, terutama pada bangunan dengan tingkat kepentingan tinggi seperti rumah sakit (Park & Paulay, 1975).

Mutu beton ditentukan oleh beberapa parameter utama, antara lain kuat tekan rencana, faktor air-semen (w/c), gradasi dan ukuran agregat, serta *workability* beton segar. *Workability* yang memadai diperlukan agar beton mampu mengalir dan mengisi seluruh ruang dalam bekisting, khususnya pada elemen dengan penulangan yang relatif rapat. Beton dengan *workability* rendah berpotensi menyebabkan terjadinya rongga dan ketidakpadatan pada beton keras (Neville & Brooks, 2010).

Pemadatan beton merupakan proses penting untuk mengeluarkan udara terperangkap dalam beton segar sehingga beton dapat menjadi padat dan homogen. Pemadatan umumnya dilakukan menggunakan alat vibrator, baik tipe elektrik maupun diesel. Pemadatan yang tidak merata, durasi getaran yang terlalu singkat, atau penggunaan vibrator yang tidak sesuai dengan kondisi penulangan dapat menyebabkan beton tidak terpadatkan secara optimal (ACI 309R-05).

Beton *honeycomb* adalah kondisi beton yang mengalami ketidakpadatan dan membentuk rongga-rongga pada permukaan maupun bagian dalam beton akibat kegagalan beton mengisi ruang bekisting secara sempurna. *Honeycomb* umumnya disebabkan oleh kombinasi faktor, seperti

workability beton yang rendah, pemadatan yang tidak optimal, penulangan yang rapat, serta kebocoran bekisting. Keberadaan *honeycomb* dapat menurunkan luas penampang efektif beton, meningkatkan *permeabilitas*, dan mempercepat proses korosi tulangan (Isneini, 2009; Neville & Brooks, 2010)

Dampak beton *honeycomb* pada elemen struktur meliputi penurunan kekuatan tekan beton, berkurangnya durabilitas, serta menurunnya kualitas estetika permukaan beton. Pada elemen kolom, *honeycomb* berpotensi menurunkan kapasitas dukung aksial dan memperbesar risiko kerusakan jangka panjang apabila tidak dilakukan perbaikan yang sesuai. Oleh karena itu, identifikasi dan pencegahan beton *honeycomb* menjadi bagian penting dalam pengendalian mutu pekerjaan beton bertulang di lapangan.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif–analitis berbasis studi kasus pada proyek pembangunan gedung rumah sakit 5 lantai. Pendekatan ini dipilih karena tujuan penelitian adalah mengidentifikasi dan menelaah mekanisme terjadinya beton *honeycomb* berdasarkan kondisi riil pelaksanaan pekerjaan di lapangan, tanpa melakukan pengujian eksperimental laboratorium. Metode pengumpulan data meliputi:

1. Pengumpulan Data

Data yang digunakan untuk melakukan analisis yaitu data gambar kerja, laporan proyek, observasi lapangan seperti bahan atau material yang di gunakan, proses pemadatan beton, serta dokumentasi foto kondisi beton setelah pembongkaran bekisting.

Tabel 1. Jenis Kolom Utama Lantai 1-5

No.	Tipe Kolom	Ukuran (cm)	Jumlah
1	K.1A	60 x 60 cm	70
2	K.1B	60 x 60 cm	69
3	K.1C	35 x 35 cm	3
4	K.2	40 x 60 cm	36
5	K.3	30 x 40 cm	10

Tinggi kolom efektif 4,2 meter per lantai

Tabel 2. Data Volume Kolom

No.	Tipe Kolom	Jumlah	Luas (m ²)	Volume/Unit (m ³)	Total Volume (m ³)
1	K.1A	70	0,36 m ²	1,512 m ³	105,84 m ³
2	K.1B	69	0,36 m ²	1,512 m ³	105,84 m ³
3	K.1C	3	0,1225 m ²	10,5145 m ³	1,5435 m ³
4	K.2	36	0,24 m ²	1,008 m ³	36,288 m ³
5	K.3	10	0,12 m ²	0,504 m ³	5,04 m ³
Total		188			254,5515m³

Perhitungan volume kolom di dapat dari rumus:

Luas : panjang x lebar kolom
Volume/unit : luas x tinggi kolom

Tabel 3. Spesifikasi Penulangan Kolom Lantai 1-5

Tipe Kolom	Jenis Tulangan	Diameter Tulangan	Jumlah/Spasi Tulangan	Lantai
K.1A	Tulangan Longitudinal	D22	20 batang (16D22)	1 dan 2
	Tulangan Sengkang	D10	@100 mm (zona sendi), @150 mm (zona tengah)	
K.1B	Tulangan Longitudinal	D22	16 batang (16D22)	3 dan 4
	Tulangan Sengkang	D10	@100 mm (zona sendi), @150 mm (zona tengah)	
K.1C	Tulangan Longitudinal	D22	12 batang (16D22)	5
	Tulangan Sengkang	D10	@100 mm (zona sendi), @150 mm (zona tengah)	
K.2	Tulangan Longitudinal	D22	12 batang (16D22)	1,2,3,4
	Tulangan Sengkang	D10	@100 mm (zona sendi), @150 mm (zona tengah)	
K.3	Tulangan Longitudinal	D22	8 batang (16D22)	5
	Tulangan Sengkang	D10	@100 mm (zona sendi), @150 mm (zona tengah)	

Mutu beton yang digunakan $f_c=25$ MPa (K-300)

Mutu baja yang digunakan = BJTD 28, $f_y = 280$ MPa untuk tulangan $D < 10$ mm

BJTD 42, $f_y = 420$ MPa untuk tulangan $D > 10$ mm

2. Teknik Analisis Data

Data dianalisis secara deskriptif-analitis dengan membandingkan kondisi aktual pelaksanaan di lapangan terhadap prosedur standar dan ketentuan teknis yang berlaku. Analisis difokuskan pada identifikasi faktor dominan penyebab beton *honeycomb* dan perumusan rekomendasi teknis pencegahannya.

Hasil Dan Pembahasan

1. Kondisi Umum Pekerjaan Kolom

Berdasarkan hasil observasi lapangan, dari total 188 kolom struktur yang dikerjakan, ditemukan indikasi beton *honeycomb* pada sekitar 10 kolom atau sebesar $\pm 5,3\%$ dari total jumlah kolom. Temuan ini menunjukkan bahwa permasalahan *honeycomb* tidak bersifat masif, namun cukup signifikan untuk dianalisis karena terjadi pada elemen struktur utama bangunan. Pekerjaan kolom pada proyek bangunan rumah sakit 5 lantai meliputi tahapan fabrikasi dan pemasangan tulangan, pemasangan bekisting, pengecoran beton menggunakan *ready mix*, pemadatan beton dengan mesin vibrator, serta pembongkaran bekisting. Berdasarkan hasil observasi, sebagian kecil kolom menunjukkan indikasi beton *honeycomb* setelah bekisting dibuka.



Gambar 1. Beton *Honeycomb*

2. Faktor Penyebab Terjadinya Beton Honeycomb

Analisis faktor penyebab beton honeycomb dilakukan dengan mengaitkan hasil observasi lapangan dengan ketentuan teknis dan literatur yang relevan (Neville & Brooks, 2010; ACI 309R-05). Faktor-faktor dominan yang teridentifikasi dijabarkan sebagai berikut: Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis, faktor-faktor yang memicu terjadinya beton honeycomb pada kolom antara lain:

a. Metode pemadatan beton

Pemadatan beton di lapangan dilakukan menggunakan *concrete vibrator*. Namun, pada beberapa kolom, pemadatan tidak dilakukan secara merata dan durasi penggetaran tidak konsisten. Pemadatan yang kurang optimal menyebabkan udara terperangkap di dalam beton dan beton tidak mengisi ruang antar tulangan secara sempurna, sehingga memicu terjadinya *honeycomb*.



Gambar 2. Pemadatan Beton

b. Peran *Workability* Beton Segar

Beton yang digunakan memiliki mutu rencana $f'c$ 25 MPa dengan *slump* target sekitar 10–12 cm. Pada kondisi tertentu, beton segar menunjukkan *workability* yang kurang baik secara visual, terutama saat pengecoran kolom dengan penulangan rapat. *Workability* yang rendah menyulitkan beton untuk mengalir dan mengisi seluruh ruang bekisting.

c. Pengaruh Kondisi Penulangan dan Bekisting

Penulangan kolom yang rapat, terutama pada kolom berdimensi besar, mempersempit ruang aliran beton. Selain itu, bekisting yang kurang rapat memungkinkan keluarnya mortar sehingga agregat tertahan dan menyebabkan beton menjadi tidak homogen. Kombinasi kondisi tersebut memperbesar potensi terbentuknya beton *honeycomb*.



Gambar 3. Tulangan
Tabel 4. Presentase Kerusakan

Faktor Penyebab	Presentase Dominan	Lokasi Utama
Slump Rendah	30%	Bawah kolom
Pemadatan Kurang	25%	Interior
Celah Bekisting	20%	Sambungan
Kerapatan Tulangan	15%	Sudut

Kesimpulan

Kesimpulan utama: *honeycomb* akibat faktor pelaksanaan kumulatif, meski spesifikasi desain memenuhi standar. Saran mencakup kalibrasi *vibrator* harian, *slump* target 10-12 cm, bekisting rapat, dan pelatihan pekerja untuk minimalkan cacat hingga 50% pada proyek serupa. Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa terjadinya beton *honeycomb* pada elemen kolom struktur bangunan rumah sakit lima lantai terutama disebabkan oleh faktor pelaksanaan pengecoran. Faktor dominan meliputi pemadatan beton yang tidak optimal, *workability* beton segar yang kurang sesuai, konfigurasi penulangan yang rapat tanpa penyesuaian metode pengecoran, serta kondisi bekisting yang kurang rapat dan kaku.

Upaya pencegahan yang direkomendasikan antara lain peningkatan disiplin dalam penggunaan *concrete vibrator*, pengendalian mutu dan *slump* beton segar, perbaikan sistem dan kerapatan bekisting, serta pengawasan pelaksanaan yang lebih ketat. Penerapan langkah-langkah tersebut diharapkan dapat meminimalkan terjadinya beton *honeycomb* dan meningkatkan mutu pekerjaan kolom struktur.

Daftar Pustaka

- ACI Committee 318. (2019). *Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-19)*. American Concrete Institute.
- Edward G, Nawy, 1998, *Beton Bertulang, suatu pendekatan Dasar*, Diterjemahkan oleh: Bambang Suryoatmono, Refika Aditama:Bandung.
- Isneini, M. (2009). *Kerusakan dan perkuatan struktur beton bertulang*. *Rekayasa: Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Lampung*, 13(3), 259-270.
- Neville, A. M., & Brooks, J. J. (2010). *Concrete Technology*. Pearson Education.
- Nawy, E. G. (1998). *Reinforced Concrete: A Fundamental Approach*. Prentice Hall.
- Park, R., & Paulay, T. (1975). *Reinforced Concrete Structures*. John Wiley & Sons.
- SNI 2847:2019. *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Badan Standardisasi Nasional.