

Evaluasi Pengecoran Pertama pada Struktur Kolom, Balok dan Pelat Lantai

Evaluation of First Casting on Column, Beam and Floor Slab Structures

Rivaldo Bimo Oktaviano Agustinus Putra^{1*}, Junaidi Rante Lebang Pakan²

^{1,2}Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Kristen Krida Wacana, Jakarta Barat, Indonesia

*E-mail : rivaldo.242020012@civitas.ukrida.ac.id

ABSTRAK

Mutu struktur beton pada tahap awal pelaksanaan konstruksi ering kali mengalami penurunan akibat ketidaksesuaian dalam prosedur pengecoran. Permasalahan seperti honeycomb dan keropos pada beton banyak dijumpai di lapangan dan dapat berdampak pada kekuatan serta umur bangunan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kualitas pengecoran pertama pada struktur beton kolom, balok, dan pelat lantai di berbagai proyek konstruksi di Indonesia. Fokus utama penelitian adalah mengidentifikasi hubungan antara prosedur pelaksanaan pengecoran dengan potensi kerusakan, yang diklasifikasikan menjadi kerusakan ringan (munculnya gelembung udara atau honeycomb), sedang (keropos pada selimut beton), dan berat (keropos hingga terlihat tulangan). Data dikumpulkan melalui kuesioner yang disebarkan kepada 52 praktisi proyek (project manager, site manager, quality control) dan dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Hasil menunjukkan bahwa sebagian besar proyek telah melaksanakan tahapan persiapan, pemadatan, dan metode pengecoran sesuai standar SNI 2847:2019 dan ACI 201.1R-08. Namun demikian, kelemahan ditemukan pada proses curing yang sebagian besar hanya dilakukan kurang dari 7 hari. Kerusakan ringan berupa honeycomb ditemukan pada 90,4% proyek, dengan area sudut bekisting sebagai lokasi paling rawan. Mayoritas kerusakan muncul dalam 1–3 hari setelah pengecoran. Kesimpulan dari penelitian ini menegaskan pentingnya optimalisasi curing dan pemadatan, serta pengawasan teknis intensif di area kritis struktur.

Kata Kunci: ACI 201.1R-08, Kerusakan beton, Pengecoran pertama, SNI 2847:2019

ABSTRACT

The quality of concrete structures during the initial stages of construction often declines due to non-compliance with proper casting procedures. Issues such as honeycombs and voids are commonly encountered in the field and can negatively impact the strength and durability of the structure. This study aims to evaluate the quality of the initial casting of structural concrete elements such as columns, beams, and floor slabs across various construction projects in Indonesia. The primary focus is to identify the relationship between casting procedures and the potential for defects, which are classified into minor damage (appearance of air bubbles or honeycombs), moderate damage (voids in the concrete cover), and severe damage (voids exposing the reinforcement). Data were collected through questionnaires distributed to 52 construction professionals (project managers, site managers, and quality control personnel) and analyzed using a descriptive quantitative approach. The results indicate that most projects have implemented preparation, compaction, and casting methods in accordance with SNI 2847:2019 and ACI 201.1R-08 standards. However, weaknesses were found in the curing process, which in most cases lasted less than seven days. Minor defects such as honeycombs were reported in 90.4% of the projects, with the corners of formwork identified as the most vulnerable areas. Most of the damage occurred within 1 to 3 days after casting. The study concludes that optimizing curing and compaction, along with intensive technical supervision in critical structural areas, is essential to improving the quality of concrete structures.

Keywords: ACI 201.1R-08, Concrete defects, Initial concrete casting, SNI 2847:2019

PENDAHULUAN

Struktur beton bertulang merupakan elemen fundamental dalam konstruksi bangunan gedung dan infrastruktur, yang berperan penting dalam menjamin kekuatan, durabilitas, dan umur layan struktur. Kualitas pelaksanaan pengecoran, khususnya pada tahap pertama pengecoran kolom, balok, dan pelat lantai, sangat menentukan mutu akhir struktur beton. Dalam praktik lapangan, masih sering dijumpai berbagai bentuk kerusakan seperti bubble, honeycomb, keropos pada selimut beton, bahkan kerusakan yang memperlihatkan tulangan baja. Permasalahan ini tidak hanya disebabkan oleh mutu material yang rendah, tetapi juga oleh ketidaksesuaian pelaksanaan pengecoran dengan standar yang berlaku (Partama et al. 2024; Rivai & Mufti Ahmad 2023).

Beberapa studi dan pengamatan praktisi menyebutkan bahwa akar kegagalan pengecoran terletak pada pelaksanaan tahap persiapan, pemadatan, dan curing beton yang kurang optimal. Mencatat bahwa kesalahan dalam pengukuran dan pengaturan pengecoran pada lantai bertingkat dapat memicu cacat struktur (Setiawan, Rizqy Primadaka & Supriyadi 2022). Selain itu, kerusakan pada struktur juga banyak disebabkan oleh sistem bekisting yang gagal, yang berdampak langsung bekisting terhadap mutu hasil pengecoran (Suroño & Rosyati 2023). Kontrol dan pelaksanaan awal konstruksi, terutama pada tahap pengecoran pelat lantai, terbukti berperan penting dalam mencegah cacat struktural dan menjamin keberhasilan struktur akhir (Indianto et al. 2023; Soebandono 2022).

Penelitian terdahulu dalam lima tahun terakhir banyak menyoroti aspek teknis seperti kuat tekan beton dan produktivitas pengecoran, termasuk analisis mutu beton pada proyek jalan dan gedung bertingkat, serta perbandingan metode pengecoran konvensional dengan self-compacting concrete (SCC). Hasil-hasil studi tersebut menunjukkan bahwa mutu beton yang tidak sesuai rancangan sangat berpotensi menyebabkan kegagalan konstruksi, sedangkan penggunaan beton SCC terbukti mengurangi risiko segregasi dan keropos (Patria, Pranid & Prasetya 2023; Widiastuti, Widyawati, & Despa 2024). Akan tetapi, mayoritas penelitian ini lebih fokus pada aspek material dan teknik pengecoran, tanpa membahas secara kuantitatif bagaimana implementasi prosedur pengecoran pertama di lapangan dijalankan oleh pelaku proyek serta dampaknya terhadap mutu akhir struktur.

Selain itu, sebagian besar penelitian cenderung menggunakan pendekatan laboratorium atau simulasi numerik, dan belum banyak melibatkan partisipasi langsung dari pelaku lapangan. Keterbatasan ini menciptakan kesenjangan dalam pemahaman tentang tingkat kepatuhan terhadap standar pelaksanaan pengecoran seperti SNI 2847:2019 dan ACI 201.1R-08, serta hubungan antara kepatuhan tersebut dengan tingkat kerusakan struktur di lapangan (Partama et al. 2024; Suroño and Rosyati 2023). Dalam konteks lapangan, pentingnya proses pemadatan beton melalui penggunaan vibrator sebagai langkah pencegahan terhadap cacat seperti keropos yang sering muncul akibat ketidaktepatan prosedur pelaksanaan (Semita & Ketut Sucita 2023).

Oleh karena itu, dibutuhkan pendekatan yang mengintegrasikan data dari para profesional lapangan seperti *project manager*, *site manager*, dan *quality control*, untuk memperoleh gambaran yang lebih nyata dan representatif. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pengumpulan data melalui penyebaran kuesioner kepada lebih dari 50 responden yang terdiri dari project manager, site manager, dan quality control dari berbagai proyek konstruksi di Indonesia. Pendekatan ini bertujuan untuk mengukur tingkat kepatuhan terhadap prosedur pengecoran pertama berdasarkan standar nasional dan internasional, serta untuk mengidentifikasi faktor-faktor dominan yang berkontribusi terhadap munculnya kerusakan struktur beton pada tahap awal pelaksanaan (Partama et al. 2024).

Tujuan utama dari penelitian ini adalah mengevaluasi pelaksanaan pengecoran pertama pada struktur kolom, balok, dan pelat lantai secara komprehensif, dengan fokus pada tingkat kepatuhan terhadap standar SNI 2847:2019 dan ACI 201.1R-08. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran empiris mengenai praktik pengecoran di lapangan serta dampaknya terhadap mutu akhir struktur beton.

Secara teoritis, penelitian ini diharapkan memperkaya kajian ilmiah mengenai konstruksi beton bertulang melalui data empiris yang menghubungkan pelaksanaan pengecoran awal dengan mutu struktur, sekaligus menjembatani kekurangan dalam studi sebelumnya yang lebih berorientasi pada teknik material dan simulasi. Secara praktis, hasil penelitian ini akan memberikan rekomendasi yang aplikatif bagi para praktisi konstruksi dalam meningkatkan mutu pengecoran, mengurangi risiko kerusakan struktural, dan memperpanjang umur layanan bangunan.

Penelitian ini dapat menjadi pijakan bagi pengembangan protokol inspeksi dan sistem pengendalian mutu pengecoran yang lebih efektif di lapangan, serta memberi kontribusi terhadap revisi dan perbaikan standar pelaksanaan pengecoran beton di Indonesia. Dengan begitu, kontribusi penelitian ini bersifat akademis sekaligus aplikatif, demi mendukung terciptanya infrastruktur yang lebih aman, tahan lama, dan efisien.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode survei sebagai alat utama pengumpulan data. Penelitian survei adalah suatu penelitian dimana peneliti secara sistematis mengajukan pertanyaan yang sama, ke sejumlah orang/responden kemudian mencatat, mengolah dan menganalisis jawabannya untuk memecahkan permasalahan penelitian atau menguji hipotesis penelitian. Tujuannya adalah untuk mengevaluasi kesesuaian prosedur pengecoran pertama pada struktur kolom, balok, dan pelat lantai terhadap standar nasional (SNI), serta mengidentifikasi jenis kerusakan yang terjadi setelah pengecoran.

Populasi dalam penelitian ini adalah praktisi konstruksi yang terlibat langsung dalam pelaksanaan pengecoran struktur beton, seperti project manager, site manager, dan quality control. Sampel dipilih menggunakan teknik purposive sampling, yaitu dengan menetapkan kriteria tertentu pada responden, seperti memiliki pengalaman langsung dalam pengawasan dan pelaksanaan pengecoran struktur bangunan. Target jumlah responden adalah lebih dari 50 orang yang tersebar di berbagai proyek konstruksi di Indonesia.

Data primer dikumpulkan melalui kuesioner daring menggunakan platform Google Form. Kuesioner disusun berdasarkan acuan dari SNI 2847:2019 (Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung) dan ACI 201.1R-08. Sebanyak lebih dari 50 project manager/site manager/quality control yang tersebar di berbagai wilayah di Indonesia ditargetkan sebagai responden utama, karena mereka memiliki peran langsung dalam pengawasan prosedur pelaksanaan pengecoran.

Kuesioner pada penelitian ini memiliki 6 komponen utama:

1. Informasi umum responden: Meliputi posisi kerja dan pengalaman kerja.
2. Prosedur persiapan pengecoran: Menggali kesiapan alat, material, tenaga kerja, dan pengendalian cuaca.
3. Pelaksanaan pengecoran: Fokus pada tahapan pengecoran, interval waktu antara pengecoran, dan kesesuaian terhadap rencana kerja.

4. Pemasangan dan finishing: Menilai metode pemasangan yang digunakan dan tahapan finishing permukaan beton.
5. Perlakuan setelah pengecoran (*curing*): Menelusuri metode curing.
6. Kerusakan setelah pengecoran: Mengidentifikasi jenis kerusakan yang paling sering ditemui.

Data yang terkumpul dianalisis secara kuantitatif deskriptif, menggunakan statistik dasar seperti persentase dan frekuensi. Hasil analisis digunakan untuk mengevaluasi sejauh mana pelaksanaan pengecoran memenuhi standar yang ditetapkan serta untuk mengidentifikasi pola umum kerusakan yang terjadi pasca pengecoran. Analisis ini juga bertujuan untuk menemukan keterkaitan antara tahapan prosedur pengecoran dengan jenis kerusakan yang paling sering muncul di lapangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Informasi Umum Responden

Dalam penelitian ini, sebanyak 52 responden dari berbagai proyek konstruksi di Indonesia berpartisipasi dalam pengisian kuesioner. Responden yang dilibatkan merupakan tenaga profesional yang terlibat langsung dalam kegiatan pelaksanaan pengecoran beton, dengan rincian: project manager sebanyak 16 responden, site manager sebanyak 13 responden, quality control sebanyak 21 responden, serta masing-masing 1 responden dari posisi chief pelaksana dan quantity surveyor manager. Komposisi ini menunjukkan bahwa mayoritas responden menduduki posisi strategis yang berkaitan langsung dengan pengawasan mutu dan teknis pelaksanaan konstruksi, sehingga meningkatkan tingkat kepercayaan terhadap validitas data yang diperoleh, terutama dalam menjawab pertanyaan-pertanyaan terkait prosedur teknis pengecoran dan deteksi kerusakan pada struktur beton.

Dari sisi pengalaman kerja, mayoritas responden memiliki pengalaman antara 3 hingga 5 tahun sebanyak 67,3%, diikuti oleh 26,9% responden dengan pengalaman 6 hingga 10 tahun, dan 5,8% dengan pengalaman lebih dari 10 tahun. Ini menunjukkan bahwa sebagian besar responden telah memiliki paparan cukup terhadap dinamika pekerjaan lapangan, khususnya pada proyek-proyek yang melibatkan pekerjaan pengecoran struktur beton.

Selain itu, berdasarkan jumlah proyek yang pernah dipimpin, 51,9% responden tercatat telah memimpin 4 hingga 10 proyek, sedangkan 46,2% lainnya memimpin 1 sampai 3 proyek, dan hanya 1,9% yang pernah memimpin lebih dari 10 proyek. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar responden memiliki pengalaman praktis yang memadai, baik dari sisi kuantitas proyek maupun kedalaman teknisnya, yang memungkinkan mereka untuk memberikan penilaian yang relevan dan representatif terhadap pelaksanaan pengecoran pertama pada elemen struktur beton.

Prosedur Persiapan Pengecoran

Pelaksanaan persiapan pengecoran yang baik menjadi penentu awal tercapainya mutu beton yang optimal. Setiap tahapan seperti pemeriksaan bekisting, alat, tenaga kerja, hingga kondisi lingkungan memiliki peran penting dalam mendukung kelancaran proses pengecoran. Tabel berikut menyajikan persentase pelaksanaan berbagai aspek prosedur persiapan pengecoran berdasarkan hasil survei.

Tabel 1. Persentase Pelaksanaan Prosedur Persiapan Pengecoran oleh Responden

Persiapan	Persentase
Pengecekan kondisi bekisting	96,2%
Pengukuran kelembaban	71,2%
Pembersihan area pengecoran	98,1%
Pemeriksaan kelayakan alat vibrator	88,5%
Pemeriksaan kesiapan tenaga kerja	90,4%

Berdasarkan Tabel 1, sebagian besar responden melakukan sejumlah pemeriksaan penting sebelum pekerjaan pengecoran dimulai, sebagai bagian dari prosedur persiapan yang sesuai dengan standar. Pemeriksaan paling umum yang dilakukan adalah pembersihan area pengecoran sebesar 98,1%, diikuti oleh pengecekan kondisi bekisting sebesar 96,2%. Selanjutnya, sebanyak 90,4% responden menyatakan melakukan pemeriksaan kesiapan tenaga kerja, sementara 88,5% memeriksa kelayakan alat vibrator sebelum digunakan. Selain itu, 71,2% responden juga melakukan pemeriksaan terhadap kelembaban permukaan beton lama, terutama dalam kasus pengecoran yang dilakukan secara bertahap.

Secara umum, data tersebut menunjukkan bahwa langkah persiapan sebelum pengecoran telah dilaksanakan dengan baik oleh mayoritas responden, khususnya pada aspek yang bersifat visual dan operasional. Namun demikian, pemeriksaan kelembaban permukaan beton lama masih belum optimal, karena hanya dilakukan oleh sekitar 71,2% responden. Padahal, langkah ini sangat penting untuk mencegah terjadinya cold joint dan memastikan ikatan antar lapisan beton berlangsung dengan baik dalam proses pengecoran bertahap.

Selain prosedur persiapan, pengujian slump juga menjadi perhatian penting dalam menjaga mutu beton. Seluruh responden menyatakan bahwa slump test selalu dilakukan sebelum pengecoran dimulai, menandakan adanya kesadaran tinggi terhadap kontrol mutu material. Meski demikian, frekuensi pelaksanaannya bervariasi. Mayoritas responden, yaitu 69,2%, melakukan slump test secara acak atau random pada beberapa truck mixer, sedangkan 28,8% melakukan slump test pada setiap kedatangan truck mixer. Hanya 1,9% responden yang menyatakan melakukan slump test pada satu truk saja. Meskipun pengujian telah dilakukan oleh seluruh proyek, dominasi metode random sampling menunjukkan adanya potensi ketidakkonsistenan mutu beton antar truk jika pengujian tidak dilakukan secara menyeluruh. Semakin sering pengujian dilakukan, maka semakin rendah risiko mutu beton tidak memenuhi spesifikasi teknis yang diharapkan.

Selanjutnya, dalam hal waktu tempuh truck mixer dari batching plant ke lokasi pengecoran, sebagian besar responden yaitu 94,2% menyatakan waktu tempuh berada pada rentang 30–60 menit, yang masih berada dalam batas toleransi standar mutu beton segar. Sebanyak 3,8% responden melaporkan waktu tempuh kurang dari 30 menit, sedangkan 1,9% responden menyebutkan lebih dari 90 menit. Meskipun waktu tempuh di bawah 60 menit masih dianggap aman dalam mempertahankan workability beton, potensi keterlambatan akibat kemacetan lalu lintas atau antrian di lapangan tetap harus diantisipasi. Hal ini penting agar konsistensi mutu beton tetap terjaga hingga proses pengecoran berlangsung.

Pelaksanaan Pengecoran

Pemilihan metode pengecoran sangat mempengaruhi efisiensi dan kualitas hasil pekerjaan konstruksi. Beragam metode dapat digunakan sesuai dengan kondisi lapangan dan skala proyek. Tabel berikut menyajikan data mengenai persentase penggunaan metode pengecoran berdasarkan hasil survei responden.

Tabel 2. Persentase Metode Pengecoran yang digunakan Responden

Metode Pengecoran	Persentase
Manual dengan ember	1,9%
Pompa beton (concrete pump)	100%
Bucket crane	94,2%
Belt conveyor	0%

Berdasarkan Tabel 2, metode pengecoran yang paling umum digunakan oleh para responden adalah metode pompa beton (concrete pump), dengan tingkat penggunaan mencapai 100%. Selain itu, sebanyak 94,2% responden juga melaporkan menggunakan metode bucket crane, yang umumnya dipakai pada proyek bertingkat tinggi atau area dengan akses terbatas. Hanya 1,9% responden yang masih menggunakan metode manual seperti ember atau wheelbarrow, dan tidak ada responden yang menggunakan belt conveyor sebagai metode pengecoran. Data ini menunjukkan bahwa metode concrete pump menjadi pilihan utama dalam pelaksanaan pengecoran, mencerminkan efisiensi, kecepatan, dan modernisasi teknologi yang kini semakin diterapkan dalam proyek konstruksi berskala menengah hingga besar.

Selanjutnya, jika dilihat dari pola pelaksanaan pekerjaan, mayoritas pengecoran dilakukan secara bertahap dengan jeda waktu yang relatif singkat antar sesi pengecoran. Sebanyak 78,8% responden menyatakan bahwa pengecoran dilakukan dengan jeda kurang dari 30 menit antara satu sesi pengecoran dengan sesi berikutnya. Kondisi ini kemungkinan besar dipengaruhi oleh keterbatasan jumlah armada truk mixer atau kapasitas alat pemompa beton di lapangan yang tidak mampu melayani pengecoran secara kontinu. Sementara itu, hanya 21,2% responden yang mampu melakukan pengecoran secara kontinu tanpa jeda, yang sebenarnya merupakan metode ideal dalam menjaga kualitas dan integritas struktural beton, terutama untuk menghindari terbentuknya sambungan dingin (cold joint) yang berpotensi melemahkan ikatan antar lapisan.

Dengan demikian, meskipun sebagian besar proyek telah menggunakan metode pengecoran yang modern, seperti concrete pump, masih terdapat tantangan teknis dalam hal kontinuitas pelaksanaan pengecoran. Hal ini menjadi catatan penting dalam evaluasi mutu pelaksanaan, khususnya dalam proyek dengan volume beton yang besar dan waktu pengecoran yang terbatas.

Pemadatan dan *Finishing*

Pemadatan beton merupakan tahap penting dalam proses pengecoran untuk memastikan kekuatan dan kepadatan beton. Berbagai metode digunakan di lapangan sesuai dengan tingkat aksesibilitas dan efektivitasnya. Tabel berikut menampilkan persentase penggunaan metode pemadatan beton oleh para responden.

Tabel 3. Persentase Metode Pemadatan yang Digunakan oleh Responden

Metode Pemadatan	Persentase
Vibrator internal	96,2%
Vibrator eksternal	88,5%
Pemadatan manual	0%

Berdasarkan Tabel 3, diketahui bahwa metode pemadatan yang paling banyak digunakan dalam pengecoran beton adalah vibrator internal, yang dipilih oleh 96,2% responden. Vibrator internal merupakan alat yang dimasukkan langsung ke dalam beton segar untuk menghasilkan getaran yang menghilangkan rongga udara dan meningkatkan kepadatan, sehingga sangat efektif digunakan pada elemen struktural. Hal ini menandakan bahwa metode ini merupakan teknik paling umum dan dominan digunakan di lapangan. Selain itu, metode vibrator eksternal juga cukup banyak diterapkan, sebagaimana ditunjukkan oleh 88,5% responden yang menyatakan pernah menggunakannya. Vibrator eksternal sendiri adalah alat yang ditempatkan di luar bekisting dan menghasilkan getaran dari permukaan luar, umumnya digunakan pada pengecoran dengan bekisting yang sulit dijangkau dari dalam atau pada elemen-elemen struktur yang kompleks.

Sebaliknya, tidak ada satu pun responden yang menggunakan metode pemadatan manual, yang menandakan bahwa teknik ini sudah sangat jarang, atau bahkan tidak lagi digunakan dalam proyek-proyek yang dipimpin oleh para profesional responden. Hal ini dapat dimaklumi karena metode manual dianggap kurang efektif, tidak konsisten, dan tidak memenuhi standar kualitas konstruksi modern, terutama pada proyek skala besar yang membutuhkan ketepatan dan konsistensi mutu.

Dari sisi durasi pemadatan, mayoritas responden 94,2% menyatakan bahwa mereka melakukan pemadatan beton di setiap titik selama 5 hingga 15 detik, yang merupakan durasi ideal menurut standar teknis. Waktu ini dianggap cukup untuk menghilangkan rongga udara tanpa menyebabkan segregasi beton, yang berpotensi menurunkan mutu struktural. Sementara itu, hanya 5,8% responden yang melaporkan melakukan pemadatan lebih lama, yakni sekitar 15 detik, kemungkinan besar dilakukan pada kondisi khusus seperti beton dengan slump rendah atau lokasi yang sulit dijangkau. Tidak ada responden yang memilih durasi kurang dari 5 detik, yang mengindikasikan bahwa pemahaman terhadap pentingnya durasi pemadatan yang memadai telah cukup baik di kalangan praktisi proyek.

Selain pemadatan, waktu pelaksanaan finishing juga menjadi indikator penting mutu permukaan beton. Sebanyak 65,4% responden menyatakan bahwa finishing dilakukan saat beton masih dalam kondisi plastis, tetapi setelah proses bleeding berhenti. Praktik ini menunjukkan pemahaman yang baik terhadap pentingnya menunggu air permukaan hilang, agar finishing menghasilkan permukaan beton yang rata, kuat, dan tidak mudah retak. Namun demikian, 32,7% responden masih melakukan finishing langsung setelah pemadatan, yang meskipun mempercepat proses kerja, berisiko tinggi jika beton masih dalam keadaan terlalu basah.

Sementara itu, hanya kurang dari 2% responden yang menyatakan bahwa mereka melakukan finishing setelah beton mulai mengeras, sebuah praktik yang tidak direkomendasikan karena dapat mengurangi kualitas permukaan beton dan menyebabkan hasil akhir yang kasar serta mudah rusak. Secara keseluruhan, data ini menunjukkan bahwa sebagian besar pelaksana proyek telah memiliki pemahaman teknis yang baik mengenai waktu yang tepat dalam

pelaksanaan finishing, yakni dengan menunggu kondisi beton stabil setelah bleeding berhenti, guna menghasilkan permukaan beton yang berkualitas tinggi dan tahan lama.

Perlakuan Setelah Pengecoran (*Curing*)

Mayoritas responden menyatakan bahwa curing sebaiknya dilakukan segera, dalam waktu kurang dari 2 jam setelah finishing yaitu sebesar 80,8%. Hal ini menunjukkan kesadaran tinggi di kalangan pelaksana proyek untuk menjaga kelembaban beton sedini mungkin guna mencegah penguapan air yang berlebihan dimana hal ini dapat menyebabkan retak-retak dini dan menurunnya kekuatan beton. Sementara itu, sebagian kecil responden memilih waktu curing antara 4 hingga 6 jam, 8 jam, atau bahkan lebih dari 10 jam setelah pengecoran, yang kemungkinan dilakukan karena pertimbangan kondisi lapangan seperti pengecoran malam hari atau keterbatasan tenaga kerja. Hanya sedikit sekali yang memilih untuk memulai curing setelah 24 jam, yang umumnya dianggap terlalu lambat dan berpotensi mengurangi efektivitas proses pengerasan beton.

Perlakuan curing setelah pengecoran sangat penting untuk menjaga kelembaban beton dan mencegah kerusakan dini. Berbagai metode curing dapat diterapkan tergantung kondisi lapangan dan ketersediaan peralatan. Tabel berikut menunjukkan persentase metode curing yang digunakan oleh para responden.

Tabel 4. Persentase Metode Curing yang Digunakan Responden

Metode Curing	Persentase
Penyiraman secara rutin	92,3%
Penutupan permukaan dengan plastik atau karung basah	96,2%
Menggunakan curing compound	19,2%
Melakukan penyemprotan kabut air	5,8%

Berdasarkan Tabel 4 mayoritas responden menggunakan metode penutupan dengan plastik atau karung basah 96,2% dan sebanyak 92,3% responden memilih penyiraman rutin sebagai metode curing setelah pengecoran. Ini menunjukkan bahwa metode konvensional masih menjadi pilihan utama di lapangan karena mudah diterapkan dan murah. Sementara itu, penggunaan curing compound hanya dipilih oleh 19,2% responden, dan penyemprotan kabut air merupakan metode yang paling jarang digunakan yaitu hanya sebesar 5,8%. Rendahnya penggunaan metode modern seperti curing compound bisa disebabkan oleh faktor biaya, ketersediaan bahan, atau minimnya pemahaman terhadap efektivitasnya.

Selain metode, durasi pelaksanaan curing juga berperan penting dalam menentukan keberhasilan proses pengerasan beton. Waktu curing yang terlalu singkat berpotensi menurunkan mutu akhir beton, sementara durasi yang sesuai dapat meningkatkan kekuatan dan daya tahannya. Tabel 5 berikut menyajikan persentase lama waktu curing yang dilakukan oleh responden dalam pelaksanaan pengecoran beton di lapangan.

Tabel 5. Persentase Lama Waktu Curing yang Dilakukan oleh Responden

Lama Waktu Curing	Persentase
Kurang dari 7 hari	86,5%
7 sampai 14 hari	13,5%
Lebih dari 14 hari	0%

Berdasarkan Tabel 5, mayoritas atau sebanyak 86,5% menyatakan bahwa proses curing dilakukan dalam waktu kurang dari 7 hari. Sementara itu, hanya 13,5% responden yang melaporkan bahwa mereka melakukan curing selama 7 hingga 14 hari. Tidak ada satupun responden yang menyatakan melakukan curing lebih dari 14 hari. Temuan ini menunjukkan bahwa praktik curing di lapangan sebagian besar masih dilakukan dalam waktu yang relatif singkat. Padahal, menurut standar teknis yang berlaku seperti SNI 2847:2019, curing beton sebaiknya dilakukan minimal selama 7 hari untuk campuran beton normal dengan semen Portland, atau bahkan lebih lama untuk campuran dengan aditif tertentu. Proses curing yang terlalu singkat dapat menyebabkan kelembaban yang dibutuhkan untuk hidrasi semen tidak terpenuhi secara optimal, sehingga menghambat perkembangan kekuatan beton secara maksimal.

Kerusakan Setelah Pengecoran Pertama

Kerusakan setelah pengecoran pertama dapat mempengaruhi mutu struktur jika tidak ditangani dengan baik. Jenis dan tingkat kerusakan bervariasi tergantung pada kualitas pelaksanaan pengecoran dan kondisi beton saat dituang. Tabel di bawah ini menunjukkan jenis-jenis kerusakan yang dilaporkan oleh responden setelah pengecoran pertama.

Tabel 6. Jenis Kerusakan yang Terjadi Setelah Pengecoran Pertama Berdasarkan Responden

Kerusakan Setelah Pengecoran	Persentase
Kerusakan ringan (muncul gelembung udara atau honeycomb)	90,4%
Kerusakan sedang (mengalami keropos pada selimut beton)	28,8%
Kerusakan berat (mengalami keropos sampai terlihat tulangan)	0%
Tidak ada kerusakan	7,7%

Berdasarkan Tabel 6, diketahui bahwa kerusakan ringan seperti munculnya gelembung udara atau honeycomb merupakan jenis kerusakan yang paling sering ditemukan setelah pengecoran, dengan persentase mencapai 90,4%. Kondisi ini menunjukkan bahwa meskipun tidak bersifat struktural berat, cacat visual dan permukaan tetap menjadi masalah umum di banyak proyek. Selain itu, 28,8% responden juga melaporkan mengalami kerusakan sedang, seperti keropos pada lapisan selimut beton, yang jika dibiarkan dapat berpotensi mengganggu perlindungan terhadap tulangan. Sementara itu, tidak ada responden yang melaporkan terjadinya kerusakan berat, dan hanya 7,7% responden yang menyatakan tidak menemui kerusakan sama sekali. Data ini mengindikasikan bahwa meskipun mayoritas kerusakan bersifat ringan, tetap diperlukan perhatian serius terhadap proses pengecoran dan curing untuk meminimalkan cacat struktural yang mungkin berkembang menjadi kerusakan lebih besar di kemudian hari.

Selanjutnya, hasil survei juga menunjukkan bahwa waktu terjadinya kerusakan pertama pada beton didominasi oleh umur beton antara 1 hingga 3 hari setelah pengecoran, sebagaimana diungkapkan oleh 82,7% responden. Selain itu, 11,5% responden menyatakan kerusakan terjadi dalam waktu kurang dari 1 hari, sedangkan sisanya hanya sedikit yang mengalami kerusakan pada umur lebih dari 3 hari. Temuan ini menegaskan bahwa masa awal setelah pengecoran merupakan periode paling rentan terhadap kerusakan, yang kemungkinan besar disebabkan oleh proses curing yang kurang optimal, pemadatan yang tidak merata, atau mutu beton yang tidak konsisten saat pelaksanaan.

Ketika ditelusuri lebih jauh mengenai lokasi kerusakan pertama, diketahui bahwa sudut-sudut bekisting merupakan area paling sering mengalami kerusakan, dengan persentase 90,4% responden melaporkan hal tersebut. Lokasi lain seperti sambungan beton lama dan baru, permukaan atas beton, serta area sekitar tulangan hanya memperoleh persentase kecil. Fakta ini menunjukkan bahwa sudut bekisting memang merupakan area paling rawan terhadap kesalahan teknis, terutama karena tingkat kesulitan pemadatan yang lebih tinggi dan risiko segregasi yang besar. Oleh karena itu, perhatian khusus terhadap metode pengecoran di area ini sangat diperlukan, termasuk strategi pemadatan dan kualitas bekisting yang digunakan.

Dalam hal penanganan kerusakan, mayoritas sebanyak 67,3% responden menyatakan bahwa keputusan mengenai metode perbaikan biasanya ditentukan oleh konsultan pengawas proyek. Peran ini menunjukkan dominasi konsultan sebagai pihak yang memiliki otoritas teknis dan tanggung jawab utama dalam pengawasan mutu pekerjaan. Hal ini juga mengindikasikan bahwa keputusan teknis di lapangan cenderung bersifat top-down dan bergantung pada otoritas formal. Sementara itu, 28,8% responden menyebutkan project manager sebagai pengambil keputusan, sedangkan kontribusi dari quality control dan mandor/pelaksana lapangan sangat kecil, masing-masing hanya sekitar 5%. Temuan ini memperkuat pemahaman bahwa dalam praktik di lapangan, konsultan pengawas dianggap paling kompeten dan memiliki kewenangan lebih dalam menentukan metode perbaikan, khususnya dalam menjaga kualitas dan kesesuaian teknis terhadap standar konstruksi yang berlaku.

KESIMPULAN

Berdasarkan survei terhadap 52 profesional konstruksi di Indonesia, dapat disimpulkan bahwa pelaksanaan pengecoran pada struktur kolom, balok, dan pelat lantai sebagian besar sudah mengikuti prosedur sesuai standar SNI 2847:2019 dan ACI 201.1R-08, terutama pada aspek persiapan, pemadatan beton, dan penggunaan alat modern. Namun, masih terdapat kekurangan pada aspek curing, yang tidak selalu dilakukan sesuai standar minimum. Kerusakan ringan seperti honeycomb dan gelembung udara banyak ditemukan dalam 1-3 hari setelah pengecoran, terutama di sudut bekisting, yang menunjukkan perlunya perhatian lebih pada pemadatan dan finishing. Penelitian ini berkontribusi pada pemahaman mengenai implementasi standar SNI dan ACI di lapangan, serta pentingnya pengawasan teknis dalam proses pengecoran beton. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk mengeksplorasi metode curing yang lebih efektif dan teknologi pemadatan yang lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Indianto, A, R Sofyan Rizal, H Budi, B Kuncoro, and J. T Sipil. 2023. "Pembangunan Jembatan Baja Ringan Lantai Komposit Beton Bertulang Dengan Perkuatan Eksternal Stressing Di Kelurahan Harapan Jaya." doi:<https://doi.org/10.22460/as.v6i2.14559>.
- Partama, I Gusti Ngurah Eka, Ni Kadek Astariani, I Gusti Made Sudika, and Ni Putu Silvi. 2024. "Evaluasi Mutu Beton Proyek Pembangunan Gedung di Desa Pesagi Kabupaten

- Tabanan-Bali.” *Telsinas* 7: 74–83.
doi:<https://doi.org/https://doi.org/10.38043/telsinas.v6i2.5175>.
- Patria, Agustinus Sungsang Nana, Pipit Skriptianata Putra Pranid, and Galih Eka Prasetya. 2023. “Analisa Perbandingan Penggunaan Beton Self Compacting Concrete (SCC) Dengan Beton Konvensional Pada Struktur Beton Bertulang.” *Universitas 17 Agustus 1945 Semarang* 16.
- Rivai, A, and M Mufti Ahmad. 2023. “Pelaksanaan Pekerjaan Pondasi Dan Kolom Basement Pada Proyek X.” *In Agustus*.
- Semita, A, and I Ketut Sucita. 2023. “Seminar Nasional Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta 2023.”
- Setiawan, A, M Rizqy Primadaka, and I Supriyadi. 2022. “Pelaksanaan Pekerjaan Beton Bertulang Lantai 10 Tower Fritz Kingland Avenue.” *In Agustus*.
- Soebandono, B. 2022. “Analisis Pengendalian Kualitas Kuat Tekan Beton Dan Produktivitas Pengecoran Pondasi Rakit.” *Syntax Literate ; Jurnal Ilmiah Indonesia* 7(10): 18549–18561.
- Surono, A, and R Rossyati. 2023. “Faktor-Faktor Yang Menyebabkan Kegagalan Bekisting Pada Proyek Gedung Sekolah St.Yohanes PIK2.” *Structure Jurnal Sipil* 5(84): 99.
- Widiastuti, A, R Widyawati, and D Despa. 2024. “Analisa Kuat Tekan Beton Pada Peningkatan Jalan Percha Leanpuri Kota Lubuklinggau.” *Seminar Nasional Insinyur Profesional (SNIP)*.