

# PELAKSANAAN PEKERJAAN TIE BEAM PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG KEDOKTERAN NUKLIR RSUP DR. KARIADI SEMARANG

Neti Kurniawati

<sup>1</sup>Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang  
Gedung Pusat Lantai 3, Kampus 1 Jl. Sidodadi Timur 24, Semarang

E-mail : [Kurniawatineti52@gmail.com](mailto:Kurniawatineti52@gmail.com)

## Abstrak

Pekerjaan tie beam merupakan salah satu elemen penting pada struktur bawah bangunan yang berfungsi mengikat antar pondasi serta menjaga kestabilan struktur. Pada Proyek Pembangunan Gedung Kedokteran Nuklir RSUP Dr. Kariadi Semarang, pelaksanaan pekerjaan tie beam menghadapi beberapa kendala lapangan seperti keterbatasan akses proyek, kondisi lingkungan rumah sakit, serta tuntutan mutu struktur yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan metode pelaksanaan pekerjaan tie beam serta mengevaluasi kesesuaianya terhadap standar teknis yang berlaku. Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif melalui observasi lapangan selama kegiatan Kerja Praktik, didukung dengan wawancara, studi dokumen proyek, dan pengujian mutu beton menggunakan uji slump. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pekerjaan tie beam dilaksanakan melalui tahapan persiapan, pengukuran, pemasangan tulangan, pemasangan bekisting, pengecoran beton secara berzona, pembongkaran bekisting, dan curing beton. Beton yang digunakan memiliki mutu K-300 dengan nilai slump rata-rata sekitar 11 cm, yang menunjukkan kelecanan beton cukup baik. Secara umum, pelaksanaan pekerjaan tie beam telah sesuai dengan standar dan spesifikasi proyek. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi praktis dalam pelaksanaan pekerjaan tie beam pada proyek bangunan bertingkat dengan kondisi lapangan yang serupa, khususnya pada lokasi dengan operasional aktif yang memerlukan strategi adaptif seperti sistem pengecoran berzona dan penyesuaian waktu kerja.

**Kata Kunci :** metode pelaksanaan, pengendalian mutu, struktur bawah, struktur beton, tie beam.

## I. PENDAHULUAN

Pembangunan Gedung Kedokteran Nuklir RSUP Dr. Kariadi Semarang merupakan proyek fasilitas kesehatan yang menuntut tingkat keamanan dan kestabilan struktur yang tinggi [5]. Salah satu elemen struktur bawah yang berperan penting dalam menunjang kestabilan bangunan adalah *tie beam*. *Tie beam* berfungsi mengikat antar pondasi dan pilecap sehingga mampu mengurangi pergeseran serta membantu menyalurkan gaya lateral yang bekerja pada struktur [1]. Kesalahan dalam pelaksanaan *tie beam*, seperti ketidaktepatan elevasi, pemasangan tulangan yang tidak sesuai, atau mutu beton yang kurang terkontrol, dapat berdampak pada kinerja struktur secara keseluruhan [2]. Pelaksanaan pekerjaan *tie beam* pada proyek ini memiliki tantangan tersendiri karena lokasi proyek berada di kawasan rumah sakit yang aktif, dengan keterbatasan akses serta waktu kerja yang harus disesuaikan dengan aktivitas operasional. Selain itu, faktor cuaca, pasokan material, dan keterbatasan ruang kerja turut mempengaruhi proses pelaksanaan di lapangan [3].

Beberapa studi terdahulu telah mengkaji aspek pelaksanaan *tie beam* pada berbagai jenis proyek konstruksi. Penelitian yang dilakukan oleh Jurnal Teknik Sipil Universitas Diponegoro (2023) tentang efisiensi *tie beam* dalam konstruksi gedung medis menunjukkan bahwa metode pengecoran berzona berpotensi menimbulkan *cold joint* bila sambungan antar zona tidak ditangani

dengan baik. Sementara itu, dokumentasi proyek perbaikan RSUD Dr. Moewardi (2020) menegaskan bahwa koordinasi intensif antara tim proyek dan pihak rumah sakit menjadi kunci pelaksanaan pekerjaan struktur di lingkungan operasional yang aktif. Hasil pengujian laboratorium beton Fakultas Teknik Universitas Diponegoro (2024) juga menunjukkan pengaruh signifikan proses pemadatan dan perawatan terhadap mutu akhir beton. Namun demikian, studi-studi tersebut umumnya dilakukan pada kondisi lapangan dengan akses yang relatif longgar, sedangkan pelaksanaan di kawasan rumah sakit dengan keterbatasan mobilisasi dan pembatasan jam kerja belum banyak didokumentasikan secara detail [2,3,4].

Berdasarkan kondisi tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana metode pelaksanaan pekerjaan *tie beam* di lapangan serta bagaimana kesesuaianya terhadap standar teknis yang berlaku. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan tahapan pelaksanaan pekerjaan *tie beam* dan mengevaluasi mutu pelaksanaannya. Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan gambaran praktis mengenai pekerjaan *tie beam* pada proyek bangunan rumah sakit. Kebaruan penelitian ini terletak pada dokumentasi langsung pelaksanaan *tie beam* di proyek fasilitas kesehatan dengan kondisi lapangan yang terbatas, dimana akses kendaraan sempit dan waktu pengecoran harus menyesuaikan aktivitas rumah sakit. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi acuan praktis bagi pelaksanaan proyek sejenis, terutama yang berlokasi di area dengan operasional yang tidak dapat dihentikan. Temuan penelitian ini dapat diaplikasikan sebagai pedoman pelaksanaan pekerjaan *tie beam* pada proyek rumah sakit atau bangunan dengan keterbatasan akses dan operasional yang tidak dapat dihentikan.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan observasi lapangan. Metode ini dipilih karena penelitian berfokus pada pengamatan langsung terhadap pelaksanaan pekerjaan *tie beam* sebagai bagian dari struktur bawah bangunan, tanpa melakukan perlakuan atau eksperimen di laboratorium. Objek penelitian adalah pekerjaan *tie beam* pada Proyek Pembangunan Gedung Kedokteran Nuklir RSUP Dr. Kariadi Semarang yang diamati selama kegiatan Kerja Praktik. Model fisik penelitian berupa elemen struktur *tie beam* pada struktur bawah bangunan. Pengamatan dilakukan terhadap dimensi elemen, pemasangan tulangan, pemasangan bekisting, serta proses pengecoran dan perawatan beton. Bahan utama yang digunakan adalah beton *ready mix* mutu K-300 dan tulangan baja berulir BJTS 420. Peralatan yang digunakan meliputi alat ukur seperti *waterpass* dan *theodolite*, alat pemotong dan pembengkok tulangan, serta alat uji *slump* untuk pengujian kelecahan beton segar.

Skema penelitian mengikuti tahapan pelaksanaan *tie beam* di lapangan, meliputi persiapan, pengukuran, pemasangan tulangan, pemasangan *bekisting*, pengecoran beton, pembongkaran *bekisting*, dan curing beton. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung selama kegiatan Kerja Praktik, wawancara dengan pelaksana lapangan dan konsultan pengawas untuk menggali informasi terkait kendala dan solusi yang diterapkan, serta studi terhadap dokumen proyek seperti gambar rencana, RKS, Bar *Bending Schedule*, dan hasil uji mutu beton. Data yang terkumpul kemudian diolah melalui beberapa tahap. Pertama, dilakukan verifikasi dengan membandingkan kondisi aktual lapangan terhadap gambar rencana untuk memastikan kesesuaian dimensi dan posisi. Kedua, data hasil pengujian (*slump* dan kuat tekan beton) disusun dalam bentuk tabel agar lebih mudah dibaca. Ketiga, dilakukan perbandingan antara nilai hasil pengujian dengan ketentuan yang berlaku, khususnya SNI 2847:2019 dan SNI 03-2834-2000 serta spesifikasi teknis

proyek. Keempat, hasil observasi, wawancara, dan studi dokumen dibandingkan untuk memastikan konsistensi informasi. Proses ini dilakukan untuk menilai kelayakan metode pelaksanaan serta mengidentifikasi faktor yang berpengaruh terhadap mutu dan kestabilan tie beam.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pekerjaan *tie beam* pada Proyek Pembangunan Gedung Kedokteran Nuklir RSUP Dr. Kariadi Semarang dilaksanakan melalui beberapa tahapan utama, yaitu persiapan, pengukuran (setting out), pemasangan tulangan, pemasangan bekisting, pengecoran beton, pembongkaran bekisting, dan curing beton. Setiap tahapan dilaksanakan sesuai dengan gambar rencana dan spesifikasi teknis proyek. Pengujian mutu beton dilakukan sebelum pengecoran menggunakan uji *slump*. Beton yang digunakan merupakan beton *ready mix* dengan mutu rencana K-300 dan nilai *slump* rata-rata sebesar  $\pm 11$  cm. Pengecoran beton dilaksanakan secara berzona dan sebagian besar dilakukan pada malam hari untuk menyesuaikan dengan kondisi lapangan. Data pelaksanaan pekerjaan tie beam disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Pelaksanaan Pekerjaan Tie Beam

Parameter	Hasil
Mutu beton rencana	K-300
Nilai <i>slump</i> test	$\pm 11$ cm
Metode pengecoran	Berzona
Waktu pengecoran	Malam hari
Jenis tulangan	BJTS 420

Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa seluruh parameter utama pelaksanaan pekerjaan *tie beam* telah memenuhi spesifikasi teknis proyek, sehingga hasil tersebut dapat digunakan sebagai dasar dalam pembahasan lebih lanjut mengenai mutu pelaksanaan dan kestabilan struktur bawah bangunan. Selain pengujian *slump*, dilakukan pula pengujian kuat tekan beton untuk memastikan bahwa mutu beton yang digunakan pada pekerjaan tie beam telah memenuhi mutu rencana. Hasil pengujian kuat tekan beton disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Kuat Tekan Beton *Tie Beam*.

Sampel	Kuat tekan 28 hari (MPa)
1	32,1
2	36,3
3	34,9
Rata-rata	34,43

Berdasarkan data pada Tabel 2, nilai kuat tekan beton menunjukkan peningkatan seiring bertambahnya umur beton dan pada umur 28 hari telah mencapai mutu rencana beton K-300 yang ditetapkan.



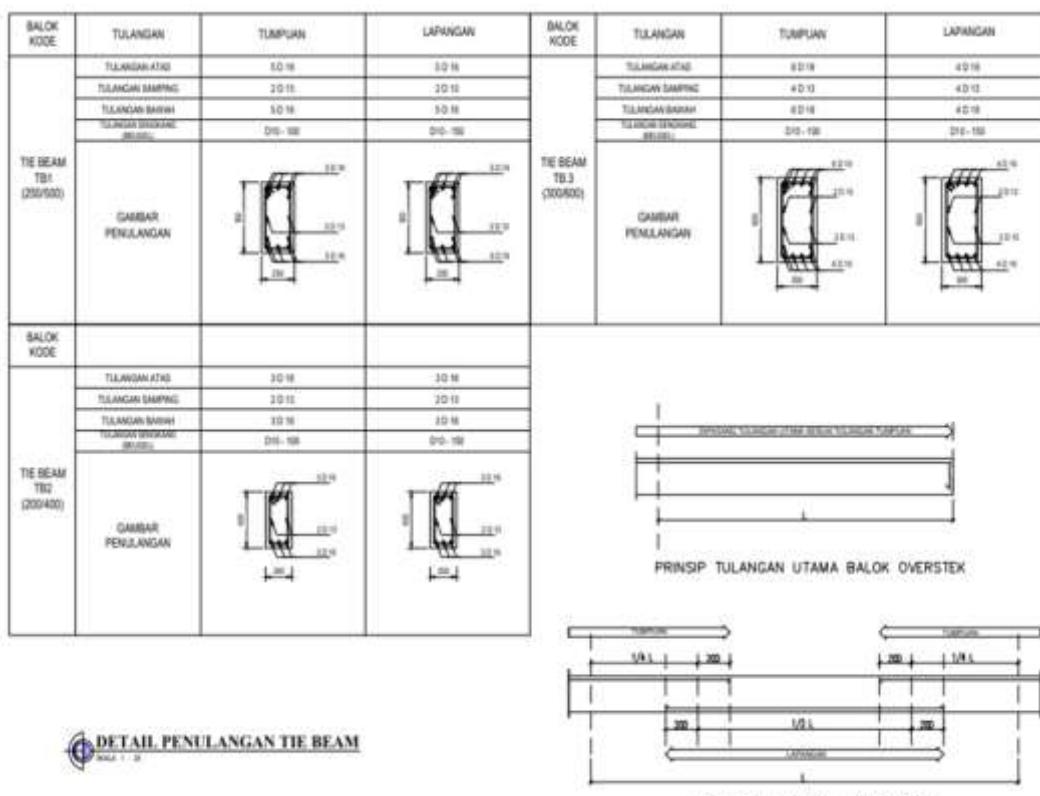
Gambar 1 Pekerjaan Persiapan Tie Beam  
(Sumber: Dokumentasi Proyek, 2024)

Gambar 1 menunjukkan kondisi awal dan langkah persiapan yang dilakukan sebelum pekerjaan *tie beam* dimulai. Pada tahap ini, tim proyek menyiapkan *shop drawing*, RKS, serta approval material untuk beton dan tulangan. Persiapan lapangan meliputi pembersihan area kerja, pengaturan jalur mobilisasi *bucket* dan *truck mixer*, serta pengecekan elevasi awal pilecap. Berdasarkan laporan lapangan, persiapan menggunakan alat seperti *waterpass*, *theodolite*, meteran, dan mistar baja untuk memastikan seluruh acuan dimensi sesuai gambar. Meskipun sempat terjadi keterlambatan pengiriman besi dan beton, koordinasi antar pelaksana membuat proses persiapan tetap terkendali dan tidak mengganggu jadwal pengecoran.



Gambar 2 Pengukuran Tie Beam oleh Surveyor.

Pada Gambar 2 dapat dilihat proses pengukuran yang dilakukan tim surveyor untuk memastikan sumbu dan elevasi tie beam tepat. Pengukuran dilakukan dengan *theodolite* dan *waterpass* untuk memastikan ketepatan elevasi antar pilecap. Dari laporan lapangan, acuan dimensi kerja dilakukan sesuai gambar teknis dengan toleransi yang dijaga agar tidak terjadi deviasi yang mengganggu posisi kolom di atasnya. Pengukuran ini juga dilengkapi pengecekan ulang sebelum pemasangan tulangan untuk memastikan permukaan pilecap benar-benar rata dan berada pada elevasi rencana.



Gambar 3 Gambar Detail Penulangan Tie Beam

Gambar 3 penulangan menunjukkan rangkaian besi tie beam yang dipasang sesuai detail gambar rencana dengan menggunakan baja BJTS-420 berdiameter D19, D16, dan D13. Tulangan disusun mengikuti *Bar Bending Schedule* dan dijaga selimut beton 75 mm menggunakan beton decking berbentuk lingkaran berdiameter 75 mm dan tebal 75 mm. Decking ditempatkan di bawah dan samping tulangan dengan jarak sekitar 0,8–1,0 meter untuk menjaga stabilitas saat pengecoran. Pada pelaksanaan ditemukan beberapa decking yang pecah dan segera diganti untuk mempertahankan jarak tulangan. Secara keseluruhan, gambar tersebut menunjukkan bahwa susunan tulangan sudah siap dicor dan sesuai spesifikasi teknis.



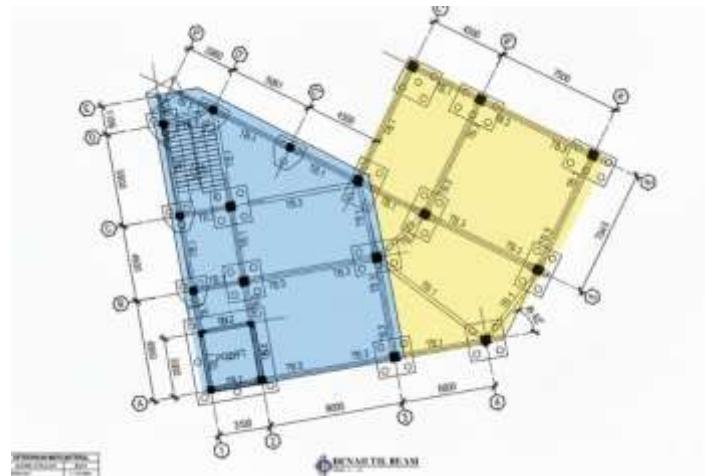
Gambar 4 Pemasangan Tulangan Tie Beam.

Pekerjaan pembesian dimulai dengan pemotongan besi standar panjang 12 meter menggunakan bar cutter, kemudian dibentuk menggunakan bar bender mengikuti ukuran BBS seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4. Tulangan D19, D16, dan D13 dirakit bersama sengkang yang disesuaikan dengan dimensi tie beam dikurangi selimut beton, lalu ditambah sekitar 5 cm untuk pengikatan. Setelah itu tulangan dipasang pada posisi denah, diperiksa jumlah dan jaraknya, serta diikat menggunakan kawat bendrat. Untuk memenuhi panjang bentang, digunakan sambungan overlap dengan panjang minimal  $40 \times$  diameter tulangan, yaitu 76 cm untuk D19, 64 cm untuk D16, dan 52 cm untuk D13. Overlap ditempatkan dekat tumpuan, tidak di tengah bentang, dan diatur berselang-seling. Seluruh tahapan ini memastikan tulangan terpasang presisi, aman, dan memenuhi ketentuan struktur.



Gambar 5 Pemasangan Bekisting.

Gambar 5 menunjukkan *bekisting tie beam* menggunakan multipleks dan balok kayu sebagai sistem pengaku. Bekisting dirakit mengikuti dimensi pada gambar kerja, kemudian dicek kembali elevasinya oleh surveyor menggunakan *waterpass*. Berdasarkan data lapangan, beberapa titik bekisting harus diperkuat karena berpotensi mengalami kebocoran saat pengecoran. Pengaku diagonal dipasang untuk memastikan bekisting tidak bergeser. Semua sambungan disegel menggunakan lakban beton dan oli bekisting (*mould oil*) untuk mempermudah proses pembongkaran. Secara keseluruhan, bekisting yang terpasang sudah memenuhi kekakuan dan stabilitas yang dibutuhkan untuk menahan tekanan beton segar.



Gambar 6. Pelaksanaan Pengecoran dengan Zona.

Gambar 6 menunjukkan pembagian pengecoran tie beam menjadi dua zona, yaitu zona 1 (warna biru) dan zona 2 (warna kuning). Sistem zona ini digunakan karena pasokan beton *ready mix* mengalami keterlambatan, sehingga pengecoran tidak dapat dilakukan sekaligus. Pada tahap pelaksanaan, pengecoran dimulai dari zona 1, lalu dilanjutkan ke zona 2 dengan jeda  $\pm 1$  hari agar beton pada zona pertama mendapatkan setting awal yang cukup. Pembagian zona membantu mengurangi risiko kebocoran bekisting, mempermudah pengaturan volume beton, dan membuat pemadatan lebih terkontrol. Metode ini juga disesuaikan dengan kondisi proyek RS Kariadi yang memiliki keterbatasan akses dan waktu kerja sehingga proses pengecoran tetap aman dan tidak mengganggu aktivitas rumah sakit.



Gambar 7. Pelaksanaan Pengecoran Tie Beam.

Pengecoran tie beam menggunakan beton *ready mix* mutu K-300 yang dituangkan setelah seluruh pengecekan bekisting dan penulangan dinyatakan siap oleh engineer dan konsultan pengawas. Beton dituang dari ketinggian maksimal  $\pm 1,5$  meter untuk mencegah segregasi dan dipadatkan menggunakan vibrator dengan durasi 5–15 detik per titik serta jarak 30–50 cm antar titik seperti yang ditunjukkan Gambar 7. Distribusi beton dilakukan pada malam hari karena akses proyek sempit sehingga truk mixer lebih mudah masuk. Sambungan antar zona dipersiapkan dengan

pengasaran dan pembersihan permukaan agar ikatan beton lama dan baru tetap monolit dan tidak menimbulkan cold joint. Setelah seluruh bagian terisi, permukaan diratakan sesuai elevasi rencana sehingga mutu dan kepadatan beton tetap terjaga.



Gambar 8. Pekerjaan Pembongkaran Bekisting *Tie Beam*.

Tahap hasil pembongkaran bekisting dapat dilihat pada gambar berikut, yang menunjukkan kondisi permukaan beton setelah cetakan dilepas. Pembongkaran dilakukan setelah beton berumur lebih dari 7 hari, sesuai ketentuan bahwa beton telah mencapai kekuatan awal yang cukup. Dari laporan lapangan, sebagian kecil permukaan mengalami cacat minor, seperti lubang kecil di area bekisting yang kurang rapat, namun segera diperbaiki menggunakan *mortar patching*. Secara keseluruhan, permukaan *tie beam* terlihat baik, tidak ditemukan retak struktural, dan bentuk tie beam sudah sesuai dimensi gambar rencana. Sedangkan curing beton dilakukan segera setelah pengecoran untuk menjaga kelembapan *tie beam* agar proses pengerasan berjalan optimal. Pada proyek ini, permukaan beton disiram rutin setiap 3–4 jam di hari pertama, lalu 2–3 kali per hari hingga usia beton mencapai ±7 hari. Selain penyiraman, digunakan karung basah sebagai penutup agar penguapan berkurang. Tahap curing ini penting untuk mencegah retak susut dan memastikan mutu beton K-300 tercapai sesuai standar lapangan. Pembahasan Teknis pada uji ini meliputi:

a. Evaluasi Mutu Beton dan Kesesuaian Standar

Pelaksanaan pekerjaan tie beam telah memenuhi standar teknis yang berlaku. Beton mutu K-300 dengan nilai slump rata-rata 11 cm masih berada dalam rentang SNI 03-2834-2000, sehingga memiliki kelecanan yang cukup untuk pemasatan dan tidak berisiko segregasi. Hasil uji kuat tekan beton menunjukkan nilai rata-rata 34,43 MPa pada umur 28 hari, melampaui mutu rencana sebesar 37,7%, yang memberikan faktor keamanan memadai terhadap beban struktural. Penggunaan tulangan BJTS 420 serta selimut beton 75 mm juga telah sesuai dengan ketentuan SNI 2847:2019 untuk elemen struktur bawah.

b. Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa metode pengecoran berzona berpotensi menimbulkan cold joint apabila sambungan konstruksi tidak dipersiapkan dengan baik. Namun, pada proyek ini, penerapan pengasaran permukaan, pembersihan laitance, dan pembasahan sebelum pengecoran lanjutan terbukti efektif mencegah terjadinya cold joint. Hasil ini sejalan dengan temuan proyek rumah sakit lain yang menekankan pentingnya koordinasi intensif dalam lingkungan operasional aktif untuk menjaga mutu pekerjaan meskipun terdapat kendala pasokan material.

c. Analisis Strategi Pelaksanaan di Lingkungan Rumah Sakit

Strategi pengecoran pada malam hari dinilai efektif karena meminimalkan gangguan operasional rumah sakit, meningkatkan kelancaran akses kendaraan, serta menurunkan risiko retak susut akibat suhu lingkungan yang lebih rendah. Metode pengecoran berzona dengan jeda waktu antar zona memungkinkan pengendalian volume beton dan pemasatan yang lebih baik, dengan syarat sambungan konstruksi dipersiapkan sesuai standar teknis.

d. Pengaruh Mutu Beton terhadap Kinerja Struktur

Nilai kuat tekan beton yang melebihi mutu rencana memberikan kapasitas cadang yang penting untuk mendukung beban peralatan medis berat. Dikombinasikan dengan penggunaan tulangan BJTS 420, tie beam mampu menahan gaya tarik dan geser akibat perbedaan deformasi antar pondasi. Proses pemasatan menggunakan vibrator yang terkontrol menghasilkan beton yang padat, homogen, dan berpotensi memiliki durabilitas yang baik.

e. Evaluasi Pengendalian Mutu

Pengendalian mutu dilakukan secara konsisten pada setiap tahapan pekerjaan, mulai dari inspeksi penulangan, pengaturan selimut beton dengan decking 75 mm, hingga pengendalian elevasi bekisting. Uji slump yang dilakukan secara rutin menunjukkan konsistensi mutu beton, sementara beton yang tidak memenuhi spesifikasi teknis tidak digunakan, sehingga integritas struktur tetap terjaga.

f. Implikasi Praktis dan Rekomendasi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pekerjaan tie beam di lingkungan rumah sakit aktif memerlukan koordinasi material yang baik, penerapan metode pengecoran berzona dengan persiapan sambungan konstruksi yang tepat, serta pengendalian mutu yang ketat. Penerapan praktik tersebut terbukti efektif dalam menjaga mutu dan ketelitian pekerjaan struktur bawah.

g. Keterbatasan dan Saran Penelitian Lanjutan

Penelitian ini terbatas pada tahap pelaksanaan konstruksi, sehingga evaluasi kinerja jangka panjang belum dilakukan. Penelitian selanjutnya disarankan mencakup pemantauan kondisi struktur pasca konstruksi, analisis numerik, pengujian durabilitas beton, serta evaluasi efisiensi biaya metode pengecoran berzona.

## IV. KESIMPULAN

Hasil pelaksanaan di lapangan menunjukkan bahwa pekerjaan tie beam pada proyek Gedung Kedokteran Nuklir RS Kariadi Semarang telah dikerjakan sesuai prosedur dan standar mutu. Setiap tahap, mulai dari persiapan, pengukuran, penulangan, bekisting, pengecoran berzona, pembongkaran, hingga *curing*, berjalan dengan baik dan diawasi secara berkala. Penggunaan material seperti beton K-300, tulangan BJTS 420, serta selimut beton 75 mm juga sudah memenuhi ketentuan teknis. Kendala lapangan seperti keterlambatan beton dan akses kerja yang terbatas dapat diatasi tanpa mengurangi kualitas pekerjaan. Secara keseluruhan, *tie beam* yang terpasang memiliki mutu dan ketelitian yang baik dan siap mendukung struktur bangunan.

## V. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Universitas PGRI Semarang, khususnya jajaran pimpinan fakultas dan program studi, atas arahan serta kesempatan yang diberikan selama pelaksanaan Kerja Praktik. Apresiasi juga disampaikan kepada dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan akademik, serta PT Duta Mas Indah beserta seluruh tim lapangan yang telah membantu proses observasi dan menyediakan data teknis yang diperlukan. Ucapan terima kasih ditujukan pula kepada keluarga dan rekan-rekan yang selalu memberi dukungan selama penyusunan artikel ini.

## VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Dokumentasi Pengujian Laboratorium Beton Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. (2024). *Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder dan Analisis Mutu Beton Proyek*.
- [2]. Jurnal Teknik Sipil Universitas Diponegoro. (2023). *Analisis Efisiensi Tie Beam dalam Konstruksi Gedung Medis*. Jurnal Rekayasa Sipil, 18(1), 45–60.
- [3]. Rencana Kerja Dan Syarat Pembangunan Gedung Kedokteran Nuklir RSUP dr KARIADI SEMARANG
- [4]. RSUD Dr. Moewardi. (2020). *Metode Pelaksanaan Perbaikan dan Pembangunan Gedung Kantor/UPT RSUD Dr. Moewardi Kota Surakarta Tahun 2016. (Mencakup persiapan teknis, material, dan koordinasi lapangan relevan dengan tie beam.)*.
- [5]. UPDT 04072024 STR RADIOLOGI KARIADI (Gambar struktur bangunan RSUP Kariyadi)