

Analisis Biaya dan Waktu Pekerjaan Struktur Beton pada Proyek Gedung Bertingkat

Regina Dwi Christin Kansil*, Syanne Pangemanan, Jeanelly Rangkang

Politeknik Negeri Manado, Indonesia

Email: reginadwichristinkansil@gmail.com*, syannepangemanan70@gmail.com,
jeanelly.rangkang@sipil.polimdo.ac.id

Keywords:

Construction cost;
Construction time; Reinforced
concrete.



This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Copyright © 2026 by Author. Published by
Riviera Publishing

Kata Kunci:

Biaya konstruksi; Waktu
konstruksi; Beton bertulang.

Abstract

The success or failure of a project is influenced by time and cost. Both are used as benchmarks for project success, typically measured by short completion times, minimal costs, and consistent quality. This study aims to determine the cost and implementation time of concrete structural work, including columns, beams, and slabs, for the Integrated Cancer Center Building Construction project at Prof. Kandou General Hospital, Manado. The study used a quantitative descriptive method, with data in the form of working drawings, reinforcement details, Unit Price Analysis (AHSP), basic unit prices, labor productivity, and the project implementation schedule. The analysis was conducted through calculations of concrete volume, formwork area, reinforcement weight, unit price, budget plan, project duration, and S-curve construction. The results showed that the cost of the structural work before VAT was Rp11,897,358,421. After adding 11% VAT, the result was Rp13,206,067,847, rounded to Rp13,206,000,000. The implementation duration obtained based on the S-Curve is 18 workweeks with six workdays per week. These results can be used as a basis for planning and controlling the costs and time of concrete structure work.

Abstrak

Keberhasilan atau kegagalan sebuah proyek dipengaruhi oleh waktu dan biaya. Keduanya digunakan sebagai tolok ukur keberhasilan proyek, biasanya dilihat dari waktu penyelesaian yang singkat, biaya minimal tetapi kualitas yang dihasilkan tetap sesuai rencana. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kebutuhan biaya dan waktu pelaksanaan pekerjaan struktur beton yang meliputi kolom, balok dan pelat pada proyek Pembangunan Gedung Pusat Kanker Terpadu RSUP Prof. Kandou Manado. Penelitian menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan data berupa gambar kerja, detail penulangan, Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP), harga satuan dasar, produktivitas tenaga kerja, serta jadwal pelaksanaan proyek. Analisis dilakukan melalui perhitungan volume beton, luas bekisting, berat tulangan, harga satuan pekerjaan, rencana anggaran biaya, durasi pekerjaan, dan penyusunan Kurva S. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biaya pekerjaan struktur sebelum PPN sebesar Rp.11.897.358.421. Setelah ditambahkan PPN 11% diperoleh

Rp.13.206.067.847 dan dibulatkan menjadi Rp.13.206.000.000. Durasi pelaksanaan yang diperoleh berdasarkan Kurva S adalah 18 minggu hari kerja dengan enam hari kerja per minggu. Hasil tersebut dapat digunakan sebagai dasar perencanaan dan pengendalian biaya serta waktu pekerjaan struktur beton.

PENDAHULUAN

Keberhasilan atau kegagalan sebuah proyek dipengaruhi oleh waktu dan biaya. Keduanya digunakan sebagai tolok ukur keberhasilan proyek, biasanya dilihat dari waktu penyelesaian yang singkat, biaya minimal tetapi kualitas yang dihasilkan tetap sesuai rencana (Ririn, 2025; Sidik et al., 2023; Syarifah et al., 2024). Manajemen proyek dilakukan secara sistematis untuk memastikan waktu pelaksanaan sesuai rencana atau bahkan lebih cepat sehingga memberikan manfaat atas biaya yang timbul. Selain itu, menghindari denda akibat keterlambatan penyelesaian proyek, (Priyo, 2018).

Proyek pembangunan Gedung Pusat Kanker Terpadu Rumah Sakit Prof. Kandou Manado adalah salah satu proyek pembangunan fasilitas kesehatan di Kota Manado. Pembangunan gedung ini bertujuan meningkatkan layanan kesehatan bagi masyarakat, khususnya dalam pengobatan kanker (Haryanto, 2018; Hernandi & Tamtana, 2020; Matei et al., 2022; Pandeiroth, 2018; Siregar & Nursyamsiah, 2002; S. Suwarni et al., 2019). Dalam proyek ini, terdapat pekerjaan struktur beton yang mencakup kolom, balok, dan pelat dengan volume pekerjaan yang cukup besar. Dalam pelaksanaannya, pekerjaan struktural memerlukan perhitungan biaya dan waktu yang baik agar proses konstruksi dapat berjalan sesuai rencana proyek (Ariani et al., 2023; Nasional, 2012; Oktaviernes, 2022; Palilati, 2023; Surandono, 2016).

Dalam pelaksanaan pekerjaan struktur beton, sering kali terdapat beberapa hambatan yang dapat memengaruhi biaya dan waktu pelaksanaan pekerjaan, seperti kebutuhan material, tenaga kerja, dan durasi kerja di lapangan. Jika perhitungan biaya dan waktu tidak dilakukan dengan benar, hal ini dapat menyebabkan keterlambatan dalam pekerjaan dan pembengkakan biaya proyek (Khukoon, 2024; Peli, 2017; Renaldy, 2018; Suharianto, 2023; A. Suwarni & Anondho, 2021). Oleh karena itu, analisis perhitungan biaya dan waktu pekerjaan pada kolom struktur beton, balok, dan pelat dalam Proyek Konstruksi Bangunan Pusat Kanker Terpadu Rumah Sakit Prof. Kandou Manado dapat mengetahui kebutuhan biaya dan perkiraan waktu pelaksanaan pekerjaan struktural (Abdullah et al., 2025; Alami, 2021; Juansyah et al., 2017; Permana et al., 2022; Priyo & Paridi, 2018; Sri Frapanti, 2025).

Kebaruan penelitian ini terletak pada tiga aspek. Pertama, penelitian ini menganalisis secara spesifik biaya dan waktu pekerjaan struktur beton (kolom, balok, dan pelat) pada proyek pembangunan fasilitas kesehatan, yang masih jarang diteliti. Kedua, penelitian ini menggunakan data aktual dari Proyek Pembangunan Gedung Pusat Kanker Terpadu RSUP Prof. Kandou Manado, termasuk gambar kerja, detail penulangan, AHSP 2026, dan harga satuan material tahun 2026, sehingga hasilnya sangat relevan dan aktual. Ketiga, penelitian ini menyusun Kurva S untuk memvisualisasikan durasi pelaksanaan pekerjaan struktur beton, yang dapat digunakan sebagai alat pengendalian proyek. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi baru baik dari segi konteks (fasilitas kesehatan), data (proyek aktual), maupun metode (Kurva S untuk pengendalian waktu).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kebutuhan biaya dan waktu pelaksanaan pekerjaan struktur beton yang meliputi kolom, balok, dan pelat pada proyek Pembangunan Gedung Pusat Kanker Terpadu RSUP Prof. Kandou Manado. Secara spesifik, penelitian ini bertujuan untuk: (1) menghitung volume pekerjaan beton, bekisting, dan tulangan pada kolom, balok, dan pelat; (2) menghitung biaya pekerjaan struktur beton berdasarkan Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Provinsi Sulawesi Utara; (3) menghitung durasi pelaksanaan pekerjaan struktur beton berdasarkan produktivitas tenaga kerja; dan (4) menyusun Kurva S untuk memvisualisasikan jadwal pelaksanaan pekerjaan struktur beton.

Terkait perhitungan biaya dan waktu merupakan bagian penting dari proyek konstruksi, khususnya dalam pekerjaan struktur beton, untuk memahami proses perhitungan biaya dan waktu kolom, balok, dan pelat yang digunakan dalam pelaksanaan proyek konstruksi bangunan, penelitian ini diarahkan untuk menghitung usia dan waktu, dengan judul "Perhitungan Biaya dan Waktu Kerja Kolom, Balok, dan Pelat Struktur Beton dalam Proyek Konstruksi Gedung Pusat Kanker Terpadu Rumah Sakit Prof. Kandou Manado"

METODE PENELITIAN

Lokasi proyek konstruksi Gedung Pusat Kanker Terpadu RSUP Prof. Kandou Manado berada di Jalan Raya Tanawanko No. 56, Malalayang Satu Barat, Distrik Malalayang, Kota Manado, Sulawesi Utara. Metode penelitian yang digunakan adalah Kuantitatif Deskriptif, yaitu pendekatan berbasis angka yang digunakan untuk menghitung volume, biaya, dan durasi secara linear melalui Microsoft Excel. Jenis data yang digunakan dalam studi ini adalah Data Sekunder, yang digunakan untuk mendukung analisis perhitungan biaya dan waktu untuk struktur atas, dan studi ini mengandalkan data yang diperoleh dari dokumen proyek dan sumber pendukung lainnya, yang juga menjadi dasar untuk menghitung volume kerja, biaya pelaksanaan, dan durasi kerja; data yang digunakan dalam studi ini meliputi gambar bengkel kolom, balok, dan pelat, deskripsi pekerjaan kolom, balok, dan pelat proyek, data Employment Unit Price Analysis (AHPS) 2026, serta data upah dan harga satuan material untuk tahun 2026. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam studi ini adalah studi literatur, yang dilakukan dengan memeriksa buku, jurnal SNI, dan referensi lain yang terkait dengan penelitian sebagai dasar teoretis untuk menghitung biaya dan waktu pekerjaan struktur beton, selain itu pengumpulan data juga dilakukan langsung di lokasi proyek konstruksi Gedung Pusat Kanker Terpadu RSUP Prof. Kandou Manado.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Eksekusi Pekerjaan Kolom Pekerjaan Persiapan

Pekerjaan menyiapkan struktur kolom dimulai dengan membersihkan area kerja, kemudian dilanjutkan dengan penentuan titik sumbu (penandaan) oleh tim surveyor berdasarkan gambar kerja yang telah ditentukan.

pekerjaan setrika

Pekerjaan setrika dimulai dengan proses fabrikasi penguat kolom, yaitu memotong dan membengkokkan tulangan utama serta penguatan begel sesuai kebutuhan dan dimensi yang telah direncanakan. Jenis penguat kolom yang digunakan meliputi K1 32D22/4D10-80/4D10-150, K2d 34D25/4D10-80/4D10-150, KT 26D22/3D10-100/3D10-150, dan KB 8D16/2D10-100/2D10-150. Pemotongan tulangan dilakukan

menggunakan pemotong batang, sedangkan pembengkokan tulangan dilakukan menggunakan alat bender. Selain itu, penguat kolom dirakit di area fabrikasi dengan memperhatikan dimensi kolom, jumlah penguat, dan jarak antara tulangan dan pasak sesuai gambar kerja. Setelah proses perakitan selesai, penguat kolom dihubungkan dengan potongan kolom dari lantai sebelumnya dan dipasang dengan kawat berduri untuk mempertahankan posisi tulangan sesuai dengan gambar kerja.



Gambar 1 : Pekerjaan Setrika Kolom

pekerjaan bekisting

Sebelum digunakan, bekisting kolom terlebih dahulu diperiksa untuk memastikan bahwa siku, kerataan, dan dimensinya sesuai dengan gambar kerja. Bekisting kolom menggunakan bekisting baja buatan pabrik yang dirakit dengan sistem pengunci berupa tie rod, mur sayap, dan pin baji. Sebagai penyangga, bekisting didukung dari beberapa sisi menggunakan perancah pipa besi (penyangga perancah) yang bertumpu pada pelat lantai. Selanjutnya, bekisting diangkat dan dipasang menggunakan crane menara. Setelah pemasangan, panel bekisting diperiksa dan dibersihkan dari karat dan kotoran, lalu dilapisi minyak cetakan agar beton tidak menempel pada panel baja selama proses pembongkaran. Semua sambungan antar panel bekisting dipastikan terpasang dengan erat dan kokoh untuk mencegah kebocoran pasta semen dan mengurangi risiko porositas beton selama proses pengecoran.



Gambar 2 : Bekisting Kolom

Pekerjaan Casting

Pengecoran kolom dilakukan setelah bekisting dipasang dengan rapat dan kuat. Kualitas beton yang digunakan dalam Proyek Konstruksi Gedung Pusat Kanker Terpadu Rumah Sakit Prof. Kandou Manado adalah beton siap pakai dengan kualitas $f_c' = 35$ MPa. Sebelum

pengecoran, sampel beton diambil untuk pengujian kelentungan dan kekuatan tekan sesuai prosedur yang berlaku. Pengujian slump menggunakan kerucut Abrams dengan setiap lapisan beton dipadatkan hingga 25 lubang secara merata. Setelah hasil pengujian memenuhi persyaratan, pengecoran kolom dilakukan secara bertahap menggunakan ember yang diangkat oleh crane menara. Beton kemudian dipadatkan menggunakan vibrator untuk mengurangi rongga udara dan memastikan beton memenuhi seluruh bagian cetakan, termasuk area selimut beton dan garis samping penguat (Koropit et al., 2022; Pantouw et al., 2024; Pontan, 2024).



Gambar 3 : Pekerjaan Pengecoran Kolom

Pembongkaran bekisting dan perlakuan beton

Pembongkaran bekisting kolom dilakukan setelah beton mengeras dan memiliki kekuatan yang cukup. Bekisting dilepas dengan hati-hati dengan memberikan ketukan ringan pada panel untuk memisahkan bekisting dari permukaan beton. Selain itu, setiap baut pengunci dibuka secara manual agar panel bekisting dapat dilepas dan dipisahkan. Setelah pembongkaran selesai, dilakukan perlakuan beton (pengeringan) yang bertujuan menjaga kelembapan beton agar proses hidrasi berjalan dengan baik dan mencegah retakan pada permukaan kolom.

Pelaksanaan Pekerjaan Balok Lantai dan Pelar (Monolit) Persiapan kerja balok

Pekerjaan balok dimulai dengan menentukan elevasi berdasarkan gambar kerja sebagai referensi. Selain itu, perancah dipasang untuk mendukung bekisting, penguat, dan beban pekerja selama proses kerja.

Pekerjaan bekisting balok

Pembuatan bekisting balok menggunakan multiplex dengan ketebalan 12 mm. Bekisting dipasang di tiga sisi, yaitu sisi kanan, kiri, dan bawah, lalu diperkuat dengan garis kayu sebagai penyangga. Bekisting harus dipastikan rapat dan kaku serta memiliki dimensi lebar dan penampang yang sesuai dengan gambar kerja untuk mencegah kebocoran dan porositas selama pengecoran beton.



Gambar 4: Pekerjaan bekisting balok

Pekerjaan Setrika Balok

Pekerjaan setrika balok dimulai dengan proses fabrikasi penguat, yaitu memotong dan membengkokkan besi sesuai kebutuhan dan gambar kerja. Selain itu, pemasangan penguat utama dan pasak dilakukan dengan jarak yang telah ditentukan. Setiap pertemuan antara penguat utama dan pasak diikat menggunakan kawat tanpa tali dengan tali silang untuk menjaga posisi tali tetap stabil.



Gambar 5: Pekerjaan Setrika Balok

Pekerjaan bekisting pelat lantai

Dalam proyek yang sedang ditinjau, bekisting pelat lantai menggunakan sistem konvensional dengan multiplex setebal 12 mm sebagai cetakan. Plester dipasang secara horizontal sebagai dasar pengecoran dan didukung oleh balok kayu (kaso) yang didukung menggunakan perancah besi. Perancah berfungsi untuk mendukung beban besi, penguat, beton, dan pekerja selama proses pengecoran. Setelah pelat beton mencapai kekuatan yang cukup, bekisting dan perancah secara bertahap dibongkar untuk digunakan kembali pada pekerjaan lantai berikutnya.



Gambar 6: Bekisting Pelat Lantai

Pekerjaan Setrika Pelat Lantai

Proses menyetrika pelat lantai menggunakan penguatan ulir berdiameter 10 mm (D10) yang dirakit membentuk jaringan tulangan dua arah. Setiap pertemuan tulangan dipasang menggunakan kawat berduri sehingga posisi tulangan tetap stabil selama proses pekerjaan dan pengecoran. Di bawah penguat, dek beton (beton tahu) dipasang dengan ketebalan tertentu untuk menjaga jarak antara tulangan dan bekisting sehingga terbentuk selimut beton yang melindungi tulangan dari korosi dan menjaga ketahanan struktur pelat tersebut.



Gambar 7 : Pekerjaan Setrika Pelat Lantai

Pekerjaan pengecoran pelat lantai dan balok (monolit)

Sebelum proses pengecoran balok dan pelat dilakukan, pertama-tama dipastikan bahwa bekisting dan penguatan telah dipasang dengan benar dan benar. Beton yang digunakan adalah beton siap pakai dengan kualitas $f_c' = 35$ MPa. Selain itu, pengambilan sampel dilakukan untuk pengujian slump dan kekuatan tekan sesuai prosedur standar. Pengujian slump menggunakan Abrams Cone, dengan setiap lapisan beton dipadatkan hingga 25 lubang secara merata.

Setelah pengujian selesai, pengecoran balok dan pelat dilakukan dalam monolit (pengecoran simultan) menggunakan pompa beton. Beton dituangkan secara bertahap dan merata untuk menghindari pemisahan dan memastikan semua bagian bekisting dan antar tulangan terisi dengan benar. Beton yang dicor kemudian dipadatkan menggunakan vibrator untuk menghilangkan udara yang terperangkap dan menghasilkan beton yang padat dan merata.



Gambar 8 : Pekerjaan pengecoran pelat lantai dan balok
pekerjaan pemeliharaan

Setelah proses pengecoran selesai dan beton mencapai kondisi yang cukup keras, perlakuan (pengeringan) dilakukan pada pelat lantai dengan menutupi permukaan beton menggunakan terpal. Perlakuan ini bertujuan menjaga kelembapan beton agar proses hidrasi

berjalan lancar dan mengurangi risiko retak pada pelat beton.

KESIMPULAN

Dari hasil analisis dan diskusi yang telah dilakukan, beberapa kesimpulan dapat diambil. Dengan merujuk pada Analisis Harga Unit Kerja (AHSP) Provinsi Sulawesi Utara, biaya pekerjaan pada struktur kolom, balok, dan pelat dalam Proyek Konstruksi Gedung Pusat Kanker Terpadu Rumah Sakit Prof. Kandou Manado diperoleh dengan biaya Rp13.206.000.000,00, termasuk PPN. Selain itu, berdasarkan hasil perhitungan waktu pelaksanaan menggunakan kurva S, durasi pelaksanaan pekerjaan kolom, balok, dan struktur pelat dalam Proyek Konstruksi Gedung Pusat Kanker Terpadu Rumah Sakit Prof. Kandou Manado adalah 4 bulan atau 18 minggu hari kerja.

PENDANAAN

Penelitian ini didanai secara mandiri oleh penulis tanpa melibatkan sponsor atau bantuan dana dari pihak eksternal.

KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis tidak ada konflik kepentingan terkait publikasi artikel ini, baik secara finansial maupun non- finansial dengan pihak manapun.

KONTRIBUSI PENULIS

Regina Kansil bertindak sebagai penulis utama yang bertanggung jawab atas konseptualisasi ide, pengumpulan data lapangan, analisis awal, serta penyusunan draf utama skripsi. Syanne Pangemanan (Dosbing 1) berkontribusi penuh dalam memberikan bimbingan sistematika penulisan skripsi, struktur argumentasi, penyunting bahasa, serta melakukan peninjauan kritis terhadap draf laporan. Jeanely Rangkang (Dosbing 2) berkontribusi secara spesifik dalam memberikan bimbingan, validasi, dan koreksi mendalam terkait perhitungan biaya proyek, analisis harga satuan pekerjaan (AHSP), serta estimasi waktu pelaksanaan (kurva s). Semua penulis telah memeriksa dan menyetujui versi akhir dari dokumen ini.

PERNYATAAN PENGGUNAAN KECERDASAN ARTIFISIAL GENERATIF

Selama persiapan naskah ini, penulis menggunakan Chatgpt untuk menyempurnakan tata bahasa, struktur kalimat, dan keterbatasan teks. Setelah menggunakan alat tersebut, penulis meninjau dan menyunting kembali hasilnya, serta bertanggung jawab penuh atas kebahasaan isi materi dokumen.

REFERENSI

- Abdullah, Y., Usman, S. D., & Usman, M. Y. T. (2025). Analisis komparatif produktivitas tenaga kerja dengan analisis harga satuan kerja SNI 2024 (AHSP) dan analisis di lapangan. *Tinjauan Riset: Jurnal Ilmiah Multidisipliner*, 4(2), 984–992.
- Alami, N. (2021). Studi perbandingan rencana anggaran biaya antara metode analisis harga satuan unit kerja (AHSP) dan standar nasional Indonesia (SNI). *Surya Beton: Jurnal Ilmu Teknik Sipil*.

- Ariani, I., Aditya, M. R., & Jamal, M. (2023). Analisis elemen struktural balok dan kolom beton bertulang (Studi kasus gedung Dealer Honda Astra, Kota Samarinda). *Teknologi Sipil: Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi*, 7(1), 29–38.
- Haryanto, E. (2018). Analisis biaya dan waktu proyek konstruksi dengan metode pertukaran biaya durasi. In *Disertasi doctoral*. FT UMY.
- Hernandi, Y., & Tamtana, J. S. (2020). Faktor-faktor yang memengaruhi produktivitas pekerja dalam implementasi konstruksi bangunan bertingkat. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 299–312.
- Juansyah, Y., Oktarina, D., & Zulfiqar, M. (2017). Analisis komparatif rencana anggaran biaya bangunan menggunakan metode SNI dan BOW (Studi kasus: Rencana anggaran biaya bangunan gedung Kwarda Pramuka Lampung). *Jurnal Teknik, Teknologi, Dan Sains*, 1(1).
- Khukoon, A. A. (2024). Pelaksanaan pekerjaan konstruksi balok utama dan balok anak di proyek konstruksi Masjid Al Muhklishin di Babat, Distrik Babat, Kabupaten Lamongan. In *Disertasi doctoral*. Darul Ulum Islamic University Lamongan.
- Koropit, D. E. L., Moniaga, F., & Roring, H. S. D. (2022). Metode pelaksanaan pekerjaan struktur kolom, balok, dan pelat lantai dalam proyek konstruksi Pusat Kesehatan Ibu dan Anak (BKIA) Rumah Sakit Provinsi Sulawesi Utara. In *Disertasi doctoral*. Universitas Katolik De La Salle Manado.
- Matei, A. S., Wantouw, F., & Rumambi, R. C. (2022). Analisis jadwal waktu dalam proyek pengembangan infrastruktur Gedung FMIPA, Universitas Sam Ratulangi, Manado. In *Disertasi doctoral*. Universidad Katolik De La Salle Manado.
- Nasional, B. S. (2012). Prosedur perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan dan non-bangunan. In *SNI* (Vol. 1726).
- Oktaviernes, R. Y. (2022). Perhitungan biaya anggaran dan waktu pelaksanaan dalam pembangunan Gedung Arsip Bank Jateng, Kota Purwokerto. In *Disertasi doctoral*. Universitas Pengembangan Tunas.
- Palilati, M. P. (2023). Analisis faktor-faktor yang menyebabkan peningkatan pengangguran terhadap pelaksanaan proyek konstruksi. *Jurnal Simetris*, 13(2), 723–728.
- Panderoth, Y. C. (2018). Analisis penerapan manajemen waktu dalam pelaksanaan proyek konstruksi di Kota Manado. *Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi, Universitas Negeri Manado*, 1, 323–334.
- Pantouw, A. V, Waney, E. V, & Peginusa, S. S. (2024). Perhitungan durasi pekerjaan struktur atas dan pekerjaan arsitektur untuk pembangunan Gedung Kelas Politeknik Pelayaran Sulawesi Utara. *Prosiding Seminar Nasional Tentang Produk Terapan Unggulan Kejuruan*, 3(1), 241–246.
- Peli, M. (2017). Standardisasi perhitungan volume (SMM) untuk menghindari perbedaan persepsi dalam penyusunan rencana anggaran biaya dalam proyek konstruksi di Indonesia. *Jurnal Teknik*, 7(1), 88–103.
- Permana, A., Subandi, A., & Yulianto, Y. (2022). Analisis RAP dan RAB melalui perhitungan harga upah dan bahan setrika pada kolom 25/25 tentang pelaksanaan pekerjaan pengembangan. *MESA (Teknik Mesin, Teknik Elektro, Teknik Sipil, Teknik Arsitektur)*, 6(1), 18–26.
- Pontan, I. D. (2024). *Manajemen proyek konstruksi: Konsep, strategi, dan praktik dalam teknik*

sipil: Buku teks.

- Priyo, M., & Paridi, M. R. A. (2018). Studi tentang optimasi waktu dan biaya menggunakan metode pertukaran biaya waktu dalam proyek konstruksi gedung olahraga (GOR). *Semesta Teknika*, 21(1), 72–84.
- Renaldy, D. K. (2018). Analisis kenyamanan pelat lantai terhadap beban mesin bergetar. *Jurnal Muara Science, Technology, Medicine and Health Sciences*, 2(1), 87–95.
- Ririn, A. (2025). Perhitungan rencana anggaran biaya (RAB) dalam proyek konstruksi Gedung Laboratorium Teknologi Terpadu Politeknik Negeri Padang (PNP) berdasarkan harga satuan kerja (HSP) Kota Padang. In *Disertasi doktoral*. Universitas Dharma Andalas.
- Sidik, D. M., Handayani, N. K., & Noer, F. (2023). Analisis perbandingan volume beton dan besi bertulang pada struktur bangunan 10 lantai di Kota Bandar Lampung antara metode konvensional dan pemodelan informasi bangunan (BIM) Autodesk Revit. *Prosiding Seminar Nasional UMS Tentang Teknik Sipil*, 591–597.
- Siregar, G., & Nursyamsiah, U. (2002). *Analisis masa tenggang kebutuhan material dengan kurva S dalam proyek konstruksi*.
- Sri Frapanti, S. T. (2025). *Struktur beton bertulang*. Mesin Cetak UMSU.
- Suhariato, D. A. (2023). Perhitungan volume pekerjaan struktural proyek Kluster Golf Bukit menggunakan Autodesk Revit. *Jurnal Studi Vokasional Teknik Sipil*, 1(2), 130–139.
- Surandono, A. (2016). Analisis kolom struktural dalam pekerjaan konstruksi lantai 1 Kampus II SD Muhammadiyah Metro City Center. *TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi): Program Studi Jurnal Teknik Sipil*, 4(1).
- Suwarni, A., & Anondho, B. (2021). Perbandingan perhitungan volume kolom konkret antara Building Information Modeling (BIM) dan metode konvensional. *JUTEKS (Jurnal Teknik Sipil)*, 6(2), 75–83.
- Suwarni, S., Kaulan, K., & Yanopi, S. (2019). Analisis biaya produksi dalam menentukan harga jual percetakan digital di CV. Fortunnaadvertising Kota Bengkulu. *EKOMBIS REVIEW: Jurnal Ilmiah Ekonomi Dan Bisnis*, 7(1), 80–93.
- Syarifah, N. L., Sunarjono, S., & Putra, F. J. (2024). Analisis perhitungan berat tulangan dan kebutuhan volume beton dalam konstruksi tiang terbor (Studi kasus: Proyek konstruksi Jalan Tol Solo-Yogyakarta-NYIA Kulonprogo Bagian 1 Paket 1.1). *Prosiding Seminar Nasional UMS Tentang Teknik Sipil*, 325–329.