

Perbandingan Biaya dan Waktu Pekerjaan Drainase Antara Box Culvert 150×150 cm dan Plat Duiker pada Jalan Raya Simpang Lebong Kecamatan Curup Kabupaten Rejang Lebong

Niki Satrianda^{1*}, Rezi Munizar²

^{1,2} Universitas Ratu Samban Bengkulu Utara, Indonesia

email: satriandaniki@gmail.com¹

Article Info :

Received:
18-06-2026
Revised:
23-06-2026
Accepted:
28-06-2026

Abstract

Road drainage development is an essential aspect of supporting sustainable transportation infrastructure, particularly in areas with high rainfall intensity and heavy traffic conditions. This study aims to compare the cost and implementation time of drainage works using a 150×150 cm Box Culvert and a Plat Duiker method on Simpang Lebong Road, Curup District, Rejang Lebong Regency. The research employed a descriptive quantitative method through comparative analysis of construction costs, implementation characteristics, field conditions, and construction effectiveness. The results indicate that the Box Culvert method provides advantages in structural strength, water flow capacity, and installation time efficiency, while the Plat Duiker method offers lower initial construction cost potential. Under conditions of continuous existing water flow, high rainfall intensity, and dense traffic activity, the Box Culvert method is considered more effective due to its ability to minimize construction disturbances and improve drainage system reliability.

Keywords: Box Culvert, Construction Cost, Construction Time, Plat Duiker, Road Drainage.

Akbsrak

Pembangunan drainase jalan menjadi aspek penting dalam mendukung keberlanjutan infrastruktur transportasi, khususnya pada wilayah dengan curah hujan tinggi dan intensitas lalu lintas yang besar. Penelitian ini bertujuan membandingkan biaya dan waktu pelaksanaan pekerjaan drainase antara Box Culvert 150×150 cm dan Plat Duiker pada Jalan Raya Simpang Lebong Kecamatan Curup Kabupaten Rejang Lebong. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif melalui analisis komparatif terhadap biaya konstruksi, karakteristik waktu pelaksanaan, kondisi lapangan, dan efektivitas metode konstruksi. Hasil analisis menunjukkan bahwa Box Culvert memiliki keunggulan pada aspek kekuatan struktur, kapasitas aliran, dan efisiensi waktu pemasangan, sedangkan Plat Duiker memiliki potensi biaya awal yang lebih rendah. Pada kondisi saluran eksisting yang tetap mengalir, curah hujan tinggi, dan lalu lintas padat, Box Culvert lebih efektif diterapkan karena mampu mengurangi gangguan pekerjaan dan meningkatkan keandalan sistem drainase.

Kata Kunci: Biaya Konstruksi, Box Culvert, Drainase Jalan, Plat Duiker, Waktu Pelaksanaan.



©2022 Authors.. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

PENDAHULUAN

Sistem drainase jalan merupakan salah satu komponen fundamental dalam pembangunan infrastruktur transportasi karena berperan menjaga stabilitas perkerasan, keselamatan pengguna jalan, serta keberlanjutan fungsi jaringan jalan pada berbagai kondisi hidrologi. Drainase yang direncanakan secara memadai mampu mengendalikan limpasan permukaan sehingga mengurangi risiko kerusakan struktur jalan akibat genangan dan infiltrasi air ke lapisan perkerasan (Kementerian PUPR Direktorat Jenderal Bina Marga, 2024). Perkembangan pembangunan infrastruktur jalan pada berbagai negara menunjukkan bahwa pengelolaan drainase tidak lagi hanya berorientasi pada kapasitas hidraulik, tetapi juga mempertimbangkan efisiensi konstruksi, umur layanan, kemudahan pemeliharaan, dan optimalisasi biaya proyek (Nanda & Kurniawati, 2023). Prinsip tersebut sejalan dengan konsep manajemen infrastruktur yang menempatkan pemilihan metode konstruksi sebagai bagian dari strategi peningkatan kinerja aset infrastruktur dalam jangka panjang (Kodoatie, 2005). Pada wilayah Kecamatan Curup Kabupaten Rejang Lebong, curah hujan yang relatif tinggi sering menyebabkan kapasitas saluran drainase eksisting tidak mampu menampung debit limpasan secara optimal sehingga meningkatkan potensi genangan pada ruas Jalan Raya Simpang Lebong (Harto, 2000). Jalan Raya Simpang Lebong

merupakan salah satu jalur utama dengan tingkat lalu lintas yang padat sehingga memerlukan sistem drainase yang tidak hanya memiliki kapasitas hidraulik yang memadai, tetapi juga dapat dibangun secara efisien tanpa mengganggu aktivitas transportasi, sedangkan kondisi lapangan yang memiliki aliran air eksisting yang tidak dapat dihentikan menjadikan pemilihan metode konstruksi sebagai persoalan teknis yang memerlukan kajian komprehensif.

Berbagai penelitian mutakhir memperlihatkan bahwa efektivitas pekerjaan drainase sangat dipengaruhi oleh karakteristik metode konstruksi yang digunakan sehingga evaluasi biaya dan waktu menjadi indikator penting dalam menentukan alternatif pelaksanaan yang paling layak. Penelitian Agatha et al. (2024) menunjukkan bahwa penggunaan sistem pracetak pada pekerjaan drainase mampu menghasilkan efisiensi waktu sekaligus menekan biaya pelaksanaan dibandingkan metode konvensional pada kondisi proyek tertentu. Kajian Agatha et al. (2025) memperkuat temuan tersebut melalui pendekatan penjadwalan menggunakan Primavera P6 yang memperlihatkan bahwa pengendalian durasi pekerjaan sangat dipengaruhi oleh pemilihan metode konstruksi sejak tahap perencanaan. Hasil serupa juga dilaporkan oleh Alghifari et al. (2024), Iskandar dan Kusmana (2024), Sidiq et al. (2024), serta Hattu et al. (2025) yang secara konsisten menemukan bahwa metode pracetak memberikan produktivitas lebih tinggi dibandingkan metode konvensional, meskipun besarnya efisiensi berbeda pada setiap karakteristik proyek. Dari perspektif hidraulik, Box Culvert juga terbukti memiliki kemampuan mengakomodasi debit banjir yang tinggi sehingga layak diterapkan pada kawasan dengan potensi limpasan besar (Afrizal et al., 2026). Sintesis berbagai penelitian tersebut mengindikasikan bahwa keunggulan suatu metode konstruksi tidak bersifat universal, melainkan dipengaruhi oleh kondisi lapangan, karakteristik saluran, kebutuhan lalu lintas, serta strategi pelaksanaan proyek yang diterapkan.

Literatur yang tersedia masih memperlihatkan sejumlah keterbatasan konseptual maupun empiris yang menyebabkan rekomendasi pemilihan metode konstruksi belum dapat digeneralisasi pada berbagai kondisi wilayah. Sebagian besar penelitian membandingkan Box Culvert pracetak dengan Box Culvert cast in situ atau membandingkan metode pracetak dengan U-Ditch sehingga fokus analisis masih berada pada variasi metode pelaksanaan dalam jenis struktur yang relatif sama (Adimas et al., 2025). Kajian lain lebih banyak mengulas perbandingan U-Ditch dengan pasangan batu atau metode konvensional sehingga belum mengeksplorasi alternatif struktur drainase berupa Plat Duiker sebagai pembanding langsung terhadap Box Culvert pada kondisi eksisting yang memiliki aliran air kontinu (Sarjanawiyata et al., 2024). Di sisi lain, pedoman perencanaan drainase dan berbagai referensi hidrologi telah memberikan dasar teknis mengenai kapasitas saluran, tetapi belum memberikan kerangka evaluasi yang mengintegrasikan aspek biaya, durasi pelaksanaan, serta kendala konstruksi spesifik di lapangan sebagai dasar pemilihan metode (Departemen Pekerjaan Umum, 2011). Literatur klasik mengenai drainase jalan dan hidrologi lebih menitikberatkan pada prinsip desain hidraulik daripada analisis komparatif metode pelaksanaan sehingga belum mampu menjawab kebutuhan pengambilan keputusan konstruksi pada proyek jalan dengan keterbatasan ruang kerja dan lalu lintas aktif (Suyono, 1999). Kesenjangan tersebut menunjukkan bahwa hubungan antara karakteristik lokasi proyek, alternatif struktur drainase, efisiensi biaya, dan percepatan waktu pelaksanaan masih memerlukan pembuktian empiris yang lebih kontekstual.

Urgensi penelitian ini semakin kuat karena kegagalan memilih metode konstruksi yang sesuai tidak hanya meningkatkan biaya pelaksanaan, tetapi juga berpotensi memperpanjang durasi pekerjaan, mengganggu kelancaran lalu lintas, dan menurunkan kualitas layanan infrastruktur jalan. Pada ruas Jalan Raya Simpang Lebong, keberadaan aliran air eksisting yang tidak memungkinkan penghentian aliran selama proses konstruksi menjadikan efektivitas metode pelaksanaan sebagai faktor yang sama pentingnya dengan kapasitas struktur drainase itu sendiri. Pemilihan antara Box Culvert 150×150 cm dan Plat Duiker perlu dianalisis secara objektif karena kedua alternatif memiliki karakteristik teknis, kebutuhan alat, volume pekerjaan, serta konsekuensi biaya dan waktu yang berbeda meskipun sama-sama dirancang untuk mengalirkan debit air secara aman. Perspektif pemeliharaan jalan juga menegaskan bahwa keputusan pada tahap konstruksi akan memengaruhi biaya siklus hidup infrastruktur dan tingkat keberlanjutan pelayanan jalan dalam jangka panjang (Hardiyatmo, 2015). Aspek kekuatan material beton sebagai komponen utama kedua struktur tersebut turut menentukan efektivitas konstruksi sehingga evaluasi tidak dapat hanya didasarkan pada biaya awal, tetapi juga harus mempertimbangkan karakteristik teknis material yang digunakan (Mulyono, 2007). Kajian mengenai perencanaan drainase kawasan juga memperlihatkan bahwa keberhasilan sistem drainase merupakan

hasil interaksi antara kapasitas hidrologi, kondisi topografi, dan ketepatan metode konstruksi sehingga analisis komprehensif menjadi kebutuhan yang tidak dapat diabaikan (Auzan et al., 2017).

Penelitian ini menempatkan diri pada ruang kosong yang belum banyak dikaji, yaitu membandingkan secara langsung biaya dan waktu pekerjaan drainase antara penggunaan Box Culvert 150×150 cm dan Plat Duiker pada kondisi lapangan nyata yang memiliki karakteristik hidrologi, lalu lintas, dan kendala konstruksi khas di Jalan Raya Simpang Lebong Kecamatan Curup Kabupaten Rejang Lebong. Fokus tersebut berbeda dari penelitian terdahulu yang umumnya membandingkan metode pracetak dan cast in situ pada jenis struktur yang sama karena penelitian ini mengevaluasi dua alternatif struktur drainase yang memiliki karakteristik konstruksi berbeda secara menyeluruh. Pendekatan komparatif yang digunakan memungkinkan identifikasi hubungan antara volume pekerjaan, kebutuhan sumber daya, durasi pelaksanaan, dan total biaya proyek dalam satu kerangka analisis yang terpadu. Hasil penelitian diharapkan mampu menghasilkan dasar pengambilan keputusan yang lebih relevan bagi perencana, kontraktor, maupun instansi pemerintah ketika menentukan metode konstruksi drainase pada lokasi dengan kondisi serupa. Nilai kebaruan penelitian terletak pada integrasi evaluasi teknis dan ekonomis yang dilakukan secara kontekstual berdasarkan kondisi lapangan aktual sehingga menghasilkan rekomendasi yang lebih aplikatif dibandingkan pendekatan yang hanya berorientasi pada satu aspek kinerja.

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan biaya dan waktu pelaksanaan pekerjaan drainase antara penggunaan Box Culvert 150×150 cm dan Plat Duiker pada Jalan Raya Simpang Lebong Kecamatan Curup Kabupaten Rejang Lebong. Analisis dilakukan untuk mengidentifikasi metode yang memberikan efisiensi pelaksanaan paling optimal tanpa mengabaikan kebutuhan teknis konstruksi pada kondisi lapangan yang memiliki aliran air eksisting dan intensitas lalu lintas tinggi. Penelitian ini diharapkan dapat memperkaya pengembangan kajian mengenai evaluasi pemilihan metode konstruksi drainase melalui pendekatan komparatif yang mengintegrasikan aspek biaya dan waktu dalam satu kerangka analisis. Kontribusi metodologis penelitian terletak pada penerapan analisis perbandingan yang berbasis kondisi proyek aktual sehingga menghasilkan rekomendasi yang lebih representatif bagi proyek drainase jalan dengan karakteristik serupa. Temuan penelitian juga diharapkan dapat menjadi dasar pertimbangan dalam penyusunan strategi pelaksanaan pekerjaan drainase yang lebih efisien, efektif, dan berorientasi pada peningkatan kinerja infrastruktur jalan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan studi empiris deskriptif kuantitatif yang dilaksanakan pada pekerjaan drainase Jalan Raya Simpang Lebong Kecamatan Curup Kabupaten Rejang Lebong dengan membandingkan dua alternatif struktur, yaitu Box Culvert 150×150 cm dan Plat Duiker. Arsitektur penelitian disusun dalam empat tahap yang dapat direplikasi, yaitu identifikasi kondisi eksisting saluran dan lalu lintas, pengumpulan data primer melalui observasi lapangan dan dokumentasi pekerjaan, pengumpulan data sekunder berupa gambar kerja, Rencana Anggaran Biaya (RAB), jadwal pelaksanaan, dan data curah hujan, serta penyusunan model perhitungan volume, biaya, dan durasi pekerjaan berdasarkan spesifikasi teknis drainase jalan yang berlaku (Departemen Pekerjaan Umum, 2011). Material yang dianalisis meliputi beton bertulang pracetak untuk Box Culvert 150×150 cm dan beton bertulang plat penutup untuk Plat Duiker, sedangkan alat utama yang dicatat meliputi excavator, crane atau alat angkat, dump truck, concrete mixer, dan peralatan pengecoran sesuai kebutuhan masing-masing metode konstruksi (Mulyono, 2007). Tahap implementasi dilakukan dengan menghitung volume pekerjaan setiap alternatif, menentukan kebutuhan sumber daya tenaga kerja dan alat, menyusun estimasi biaya langsung dan tidak langsung, serta menyusun durasi pekerjaan berdasarkan produktivitas lapangan dan urutan aktivitas konstruksi yang sama pada kedua metode (Kementerian PUPR Direktorat Jenderal Bina Marga, 2024).

Prosedur pengujian dilakukan melalui analisis komparatif terhadap total biaya dan total waktu pelaksanaan kedua alternatif pada segmen pekerjaan yang identik sehingga hasil dapat dibandingkan secara langsung tanpa pengaruh perbedaan ruang lingkup pekerjaan. Validasi dilakukan dengan mencocokkan hasil perhitungan volume, kebutuhan material, dan durasi pekerjaan terhadap dokumen RAB, jadwal proyek, serta kondisi aktual lapangan yang diamati selama penelitian, kemudian diverifikasi menggunakan parameter kapasitas saluran dan ketentuan drainase jalan yang berlaku (Afriзал et al., 2026). Metrik evaluasi kinerja yang digunakan meliputi total biaya konstruksi (Rp), durasi pelaksanaan (hari), produktivitas pekerjaan per hari, dan persentase efisiensi biaya serta waktu

antara Box Culvert dan Plat Duiker sehingga diperoleh alternatif yang paling efektif pada kondisi lapangan dengan aliran air eksisting yang tidak dapat dihentikan (Agatha et al., 2025). Pendekatan evaluasi ini mengikuti prinsip analisis biaya–waktu pada pekerjaan drainase yang menekankan keterkaitan antara metode konstruksi, produktivitas pelaksanaan, dan efisiensi sumber daya proyek (Hattu et al., 2025).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Biaya Pekerjaan Box Culvert 150×150 cm

Analisis biaya pekerjaan Box Culvert 150×150 cm disusun berdasarkan urutan pelaksanaan konstruksi mulai dari pekerjaan persiapan hingga pengembalian kondisi badan jalan setelah pemasangan drainase selesai. Perhitungan biaya dilakukan menggunakan volume pekerjaan hasil pengukuran lapangan, harga satuan pekerjaan, kebutuhan material, tenaga kerja, serta penggunaan alat berat yang disesuaikan dengan kondisi eksisting di Jalan Raya Simpang Lebong Kecamatan Curup Kabupaten Rejang Lebong. Karakteristik lokasi yang memiliki debit saluran tetap mengalir selama pekerjaan berlangsung menyebabkan beberapa komponen biaya mengalami penyesuaian, terutama pada pekerjaan galian, dewatering, dan pemasangan struktur. Acuan perhitungan mengikuti spesifikasi teknis pekerjaan drainase jalan sehingga hasil analisis dapat digunakan sebagai dasar evaluasi efisiensi metode konstruksi (Kementerian PUPR Direktorat Jenderal Bina Marga, 2024).

Pekerjaan pertama adalah mobilisasi alat dan perlengkapan menuju lokasi proyek. Kegiatan ini mencakup pengangkutan excavator, dump truck, vibro compactor, pompa air, serta peralatan pendukung yang diperlukan selama proses konstruksi.

Tabel 1. Analisis Biaya Mobilisasi

Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
Mobilisasi Excavator	1	Unit	15.000.000	15.000.000
Mobilisasi Dump Truck	2	Unit	4.000.000	8.000.000
Mobilisasi Vibro/Stamper	1	Unit	2.500.000	2.500.000
Mobilisasi Pompa Air	2	Unit	1.500.000	3.000.000
Peralatan Pendukung	1	Ls	6.500.000	6.500.000
Jumlah				35.000.000

Berdasarkan Tabel 1, total biaya mobilisasi sebesar Rp35.000.000, dengan proporsi biaya terbesar berasal dari mobilisasi excavator. Besarnya biaya tersebut menunjukkan bahwa penggunaan alat berat menjadi kebutuhan utama sejak awal pekerjaan karena sebagian besar tahapan konstruksi bergantung pada ketersediaan peralatan mekanis.

Pekerjaan berikutnya adalah galian tanah yang dilakukan untuk memperoleh dimensi saluran sesuai elevasi rencana Box Culvert. Tahapan ini meliputi penggalian, pembuangan material hasil galian, dewatering, dan pengamanan area kerja agar pelaksanaan tetap berlangsung aman.

Tabel 2. Analisis Biaya Galian Tanah

Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
Galian Tanah	350	m ³	120.000	42.000.000
Pembuangan Tanah	350	m ³	60.000	21.000.000
Dewatering	1	Ls	10.650.000	10.650.000
Pengamanan Galian	1	Ls	5.000.000	5.000.000
Jumlah				78.650.000

Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa pekerjaan galian memerlukan biaya Rp78.650.000, dengan pekerjaan penggalian tanah sebagai komponen terbesar. Kehadiran pekerjaan dewatering menjadi konsekuensi langsung dari kondisi saluran eksisting yang tetap mengalir selama proses konstruksi sehingga menambah kebutuhan biaya operasional.

Tahap berikutnya adalah pelaksanaan lantai kerja yang berfungsi sebagai dasar pemasangan Box Culvert agar posisi struktur tetap stabil dan sesuai elevasi rencana. Lantai kerja terdiri atas urugan pasir, pengecoran beton mutu rendah, serta perataan dasar sebelum unit Box Culvert dipasang.

Tabel 3. Analisis Biaya Lantai Kerja

Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
Pasir Urug	25	m ³	350.000	8.750.000
Beton Lantai Kerja fc' 10 MPa	18	m ³	1.250.000	22.500.000
Perataan Dasar	1	Ls	3.750.000	3.750.000
Jumlah				35.000.000

Berdasarkan Tabel 3, biaya pekerjaan lantai kerja sebesar Rp35.000.000, dengan kebutuhan beton lantai kerja menjadi komponen biaya terbesar. Nilai tersebut menunjukkan bahwa penyediaan dasar struktur yang stabil memerlukan material beton dalam jumlah cukup besar sehingga kualitas pemasangan Box Culvert dapat dipertahankan sesuai spesifikasi teknis.

Tahapan utama dalam pekerjaan drainase adalah pemasangan Box Culvert 150×150 cm sebagai struktur utama yang berfungsi mengalirkan debit air sekaligus menahan beban lalu lintas di atasnya. Kegiatan ini meliputi pengadaan unit Box Culvert pracetak, pengangkutan ke lokasi pekerjaan, pemasangan menggunakan alat berat, serta penyambungan antarunit melalui proses grouting agar sambungan kedap terhadap rembesan air dan memiliki kontinuitas struktur yang baik.

Tabel 4. Analisis Biaya Pemasangan Box Culvert

Uraian	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
Box Culvert 150×150 cm	37 Unit	8.500.000	314.500.000
Pengangkutan Box Culvert	37 Unit	500.000	18.500.000
Pemasangan Box Culvert	37 Unit	1.000.000	37.000.000
Penyambungan dan Grouting	37 Unit	250.000	9.250.000
JUMLAH			379.250.000

Berdasarkan Tabel 4, biaya pemasangan Box Culvert mencapai Rp379.250.000 atau menjadi komponen biaya terbesar dibandingkan tahapan pekerjaan lainnya. Besarnya biaya tersebut dipengaruhi oleh nilai pengadaan unit Box Culvert pracetak yang mencapai lebih dari delapan puluh persen dari total biaya pemasangan. Kondisi ini menunjukkan bahwa investasi utama pada metode Box Culvert berada pada material struktur, sedangkan biaya pelaksanaan di lapangan relatif lebih kecil karena sebagian besar proses fabrikasi telah dilakukan di pabrik.

Setelah seluruh unit Box Culvert terpasang sesuai elevasi rencana, pekerjaan dilanjutkan dengan timbunan kembali di sisi dan bagian atas struktur. Tahapan ini bertujuan mengembalikan kondisi tanah di sekitar Box Culvert sekaligus meningkatkan stabilitas struktur sebelum pekerjaan perkerasan jalan dilaksanakan.

Tabel 5. Analisis Biaya Timbunan Kembali

Uraian	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
Timbunan Pilihan	220 m ³	140.000	30.800.000
Pemadatan Tanah	220 m ³	65.000	14.300.000
Penyiraman	1 Ls	3.750.000	3.750.000
JUMLAH			48.850.000

Berdasarkan Tabel 5, total biaya pekerjaan timbunan kembali sebesar Rp48.850.000, dengan kebutuhan timbunan pilihan menjadi komponen biaya terbesar. Nilai tersebut menunjukkan bahwa kualitas material urug masih menjadi faktor penting dalam menjamin kestabilan struktur Box Culvert setelah menerima beban lalu lintas. Biaya pemadatan yang relatif lebih kecil mengindikasikan bahwa

proses pelaksanaan lebih dipengaruhi oleh volume material yang digunakan dibandingkan aktivitas pemadatannya.

Tahapan terakhir adalah pengembalian kondisi badan jalan melalui pekerjaan perkerasan. Aktivitas ini meliputi pemasangan agregat kelas A, penghamparan campuran aspal panas (hotmix), serta pemadatan lapisan perkerasan sehingga ruas jalan dapat kembali difungsikan sesuai kapasitas layanannya.

Tabel 6. Analisis Biaya Perkerasan Jalan

Uraian	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
Agregat Kelas A	30 m ³	450.000	13.500.000
Aspal Hotmix	35 Ton	1.450.000	50.750.000
Pemadatan Aspal	1 Ls	9.000.000	9.000.000
JUMLAH			73.250.000

Data pada Tabel 6 memperlihatkan bahwa biaya pekerjaan perkerasan mencapai Rp73.250.000, dengan pekerjaan penghamparan aspal hotmix menjadi komponen biaya dominan. Besarnya proporsi biaya aspal dipengaruhi oleh kebutuhan material untuk mengembalikan kondisi badan jalan sehingga mampu menahan beban kendaraan setelah pekerjaan drainase selesai dilaksanakan. Tahapan ini menjadi bagian penting karena kualitas perkerasan akan menentukan kenyamanan pengguna jalan sekaligus melindungi struktur drainase dari infiltrasi air permukaan.

Seluruh komponen biaya kemudian direkapitulasi untuk memperoleh total biaya pelaksanaan pekerjaan drainase menggunakan metode Box Culvert 150×150 cm. Rekapitulasi tersebut memberikan gambaran mengenai distribusi biaya setiap tahapan pekerjaan sehingga dapat diketahui komponen mana yang paling berpengaruh terhadap total nilai proyek.

Tabel 6. Analisis Biaya Perkerasan Jalan

Uraian Pekerjaan	Jumlah (Rp)
Mobilisasi Alat	35.000.000
Galian Tanah	78.650.000
Lantai Kerja	35.000.000
Pemasangan Box Culvert	379.250.000
Timbunan Kembali	48.850.000
Perkerasan Jalan	73.250.000
TOTAL	650.000.000

Berdasarkan Tabel 7, total biaya pekerjaan drainase menggunakan Box Culvert 150×150 cm adalah sebesar Rp650.000.000. Komponen pemasangan Box Culvert menjadi penyumbang biaya terbesar, sedangkan pekerjaan mobilisasi dan lantai kerja memiliki proporsi yang relatif lebih kecil terhadap total nilai proyek. Distribusi biaya tersebut menunjukkan bahwa efisiensi metode Box Culvert lebih banyak ditentukan oleh nilai investasi pada struktur pracetak dibandingkan biaya pelaksanaan setiap tahapan pekerjaan. Struktur biaya seperti ini menjadi dasar untuk membandingkan tingkat efisiensi dengan metode Plat Duiker, yang akan dianalisis pada subbab berikutnya melalui pendekatan biaya dan waktu pelaksanaan.

Besaran biaya pada setiap tahapan pekerjaan menunjukkan bahwa struktur biaya metode Box Culvert 150×150 cm tidak tersebar secara merata, melainkan terkonsentrasi pada pekerjaan pemasangan struktur yang mencapai lebih dari separuh total biaya proyek. Dominasi komponen tersebut mengindikasikan bahwa investasi terbesar berada pada pengadaan elemen pracetak, sedangkan pekerjaan pendukung seperti mobilisasi, galian tanah, lantai kerja, timbunan kembali, dan perkerasan berfungsi sebagai komponen pelengkap yang memastikan struktur dapat dipasang sesuai spesifikasi teknis. Karakteristik tersebut sejalan dengan konsep teknologi beton yang menjelaskan bahwa elemen pracetak umumnya memiliki biaya produksi awal lebih tinggi karena melibatkan proses fabrikasi, pengendalian mutu, dan distribusi menuju lokasi proyek (Mulyono, 2007). Dari perspektif manajemen

infrastruktur, struktur biaya seperti ini merupakan konsekuensi logis dari strategi peningkatan keandalan konstruksi sekaligus pengurangan risiko pekerjaan ulang selama pelaksanaan proyek (Kodoatie, 2005). Pola distribusi biaya tersebut menunjukkan bahwa besarnya investasi awal pada Box Culvert merupakan bagian dari upaya memperoleh kualitas konstruksi yang lebih baik dan umur layanan yang lebih panjang.

Karakteristik lokasi penelitian turut memengaruhi komposisi biaya yang dihasilkan, terutama pada pekerjaan galian tanah yang memerlukan aktivitas dewatering selama proses konstruksi berlangsung. Keberadaan aliran air eksisting yang tidak dapat dihentikan menyebabkan pekerjaan tanah membutuhkan pengendalian hidrologi agar stabilitas dasar galian tetap terjaga hingga pemasangan struktur selesai dilakukan. Kondisi tersebut sesuai dengan teori hidrologi yang menjelaskan bahwa saluran aktif memerlukan pengaturan debit selama pekerjaan konstruksi untuk mengurangi potensi kelongsoran tanah dan gangguan terhadap kestabilan struktur (Harto, 2000). Prinsip yang sama juga dijelaskan bahwa karakteristik aliran permukaan merupakan salah satu faktor utama yang memengaruhi kompleksitas pekerjaan drainase pada kawasan dengan curah hujan relatif tinggi (Soemarto, 1995). Fakta tersebut memperlihatkan bahwa efisiensi biaya suatu metode konstruksi dipengaruhi tidak hanya oleh volume pekerjaan, tetapi juga oleh karakteristik hidrologi dan kondisi lapangan tempat proyek dilaksanakan.

Hasil penelitian menunjukkan pola distribusi biaya yang memiliki kecenderungan serupa dengan berbagai penelitian mengenai penerapan struktur drainase pracetak pada proyek jalan. Penelitian sebelumnya melaporkan bahwa biaya awal pekerjaan Box Culvert relatif lebih tinggi dibandingkan beberapa metode drainase lainnya karena nilai pengadaan elemen pracetak menjadi komponen biaya terbesar (Agatha et al., 2024). Temuan lain menjelaskan bahwa dominasi biaya pada elemen pracetak merupakan karakteristik umum pekerjaan Box Culvert karena sebagian besar proses produksi dilakukan di luar lokasi proyek sehingga kualitas struktur lebih terjamin (Adimas et al., 2025). Efisiensi metode tersebut tidak hanya dinilai dari besarnya biaya awal, tetapi juga harus mempertimbangkan produktivitas pelaksanaan dan pengurangan waktu pekerjaan sebagaimana ditunjukkan pada penelitian (Alghifari et al., 2024). Pendekatan evaluasi biaya dan waktu secara terpadu dinilai lebih representatif dalam menentukan metode konstruksi drainase yang paling efektif dibandingkan hanya membandingkan nilai investasi awal (Hattu et al., 2025). Temuan pada penelitian ini memperlihatkan bahwa total biaya sebesar Rp650.000.000 masih berada dalam karakteristik biaya yang umum dijumpai pada pekerjaan Box Culvert pracetak sehingga analisis terhadap efisiensi metode perlu dilanjutkan melalui perbandingan dengan alternatif Plat Duiker pada subbab berikutnya.

Analisis Biaya Pekerjaan Plat Duiker

Analisis biaya pekerjaan menggunakan metode Plat Duiker disusun berdasarkan volume pekerjaan yang sama dengan alternatif Box Culvert 150×150 cm, sehingga perbedaan biaya yang dihasilkan sepenuhnya mencerminkan perbedaan karakteristik struktur, kebutuhan material, metode pelaksanaan, serta penggunaan peralatan konstruksi. Estimasi biaya dilakukan mengacu pada analisis harga satuan pekerjaan, gambar rencana, dan spesifikasi teknis yang berlaku agar kedua alternatif dapat dibandingkan pada kondisi pelaksanaan yang setara. Metode Plat Duiker memanfaatkan pelat beton bertulang sebagai elemen penutup saluran sehingga kebutuhan material pracetak berukuran besar dan penggunaan alat angkat berkapasitas tinggi menjadi lebih sedikit dibandingkan metode Box Culvert (Kementerian PUPR Direktorat Jenderal Bina Marga, 2024). Karakteristik tersebut menyebabkan sebagian komponen biaya mengalami penurunan, terutama pada pekerjaan pengadaan struktur utama dan mobilisasi alat berat, meskipun pekerjaan pembesian, bekisting, serta pengecoran memerlukan durasi pelaksanaan yang lebih panjang. Estimasi perhitungan menunjukkan bahwa total biaya pekerjaan menggunakan metode Plat Duiker lebih rendah dibandingkan metode Box Culvert 150×150 cm, sehingga memberikan alternatif yang ekonomis pada proyek dengan keterbatasan anggaran namun tetap memperhatikan persyaratan teknis konstruksi.

Perbedaan biaya antara kedua metode terutama dipengaruhi oleh karakteristik struktur yang digunakan sebagai bangunan drainase. Pada metode Box Culvert, sebagian besar biaya terkonsentrasi pada pengadaan unit pracetak dan proses distribusi material menuju lokasi pekerjaan, sedangkan pada metode Plat Duiker proporsi biaya lebih banyak dialokasikan pada pekerjaan beton bertulang yang dilaksanakan secara bertahap di lapangan. Perbedaan pola pembiayaan tersebut menunjukkan bahwa metode pracetak menuntut investasi awal yang lebih besar, sementara metode konvensional cenderung

menyebarkan biaya pada beberapa tahapan pekerjaan konstruksi (Agatha et al., 2025). Temuan tersebut memiliki kecenderungan yang sama dengan hasil penelitian yang menyatakan bahwa pekerjaan drainase berbasis struktur pracetak memberikan biaya material lebih tinggi, namun mampu mengurangi beberapa aktivitas konstruksi di lapangan (Adimas et al., 2025). Pemilihan metode konstruksi pada akhirnya tidak hanya mempertimbangkan nilai biaya awal, tetapi juga harus disesuaikan dengan karakteristik proyek, ketersediaan material, aksesibilitas lokasi, dan target penyelesaian pekerjaan (Valentin et al., 2024).

Dari perspektif teknis, penggunaan Plat Duiker memiliki beberapa keuntungan pada lokasi dengan akses alat berat yang terbatas karena proses pemasangan dapat dilakukan menggunakan peralatan yang lebih sederhana dibandingkan pemasangan Box Culvert berukuran besar. Kondisi tersebut berpotensi menekan biaya mobilisasi dan transportasi material, terutama pada proyek jalan dengan ruang kerja yang sempit atau berada di kawasan permukiman. Meskipun demikian, pekerjaan pembesian, pemasangan bekisting, pengecoran, dan proses curing menyebabkan kebutuhan tenaga kerja menjadi lebih besar sehingga efisiensi biaya tidak selalu diikuti oleh peningkatan produktivitas pelaksanaan (Iskandar & Kusmana, 2024). Penelitian lain juga menunjukkan bahwa metode konvensional masih memiliki keunggulan pada proyek dengan volume pekerjaan relatif kecil karena kebutuhan investasi peralatan dapat ditekan tanpa mengurangi kualitas konstruksi secara signifikan (Sarjanawiyata et al., 2024). Karakteristik tersebut menunjukkan bahwa keunggulan metode Plat Duiker lebih dipengaruhi oleh kondisi pelaksanaan proyek dibandingkan oleh kapasitas struktur semata (Nanda & Kurniawati, 2023).

Hasil analisis mengindikasikan bahwa metode Plat Duiker dapat menjadi alternatif yang layak apabila prioritas utama proyek adalah pengendalian biaya konstruksi, sedangkan metode Box Culvert 150×150 cm lebih sesuai diterapkan pada lokasi yang menuntut kapasitas struktur lebih tinggi dan percepatan pelaksanaan pekerjaan. Perbedaan karakteristik kedua metode memperlihatkan bahwa keputusan pemilihan struktur drainase tidak dapat didasarkan hanya pada besarnya nilai investasi, melainkan harus mempertimbangkan kondisi hidrologi, kapasitas saluran, umur layanan, kemudahan pemeliharaan, dan efektivitas pelaksanaan di lapangan (Afrizal et al., 2026). Pertimbangan tersebut sejalan dengan konsep pemeliharaan jalan yang menempatkan kualitas bangunan drainase sebagai salah satu faktor utama dalam menjaga stabilitas perkerasan dan mengurangi potensi kerusakan akibat genangan air (Hardiyatmo, 2015). Pendekatan komparatif yang diterapkan pada penelitian ini memberikan dasar teknis yang lebih komprehensif bagi pemilik proyek dalam menentukan metode konstruksi yang sesuai dengan kebutuhan lapangan serta kemampuan pembiayaan proyek (Anggraini et al., 2026).

Analisis Waktu Pelaksanaan Pekerjaan

Analisis waktu pelaksanaan dilakukan dengan membandingkan karakteristik proses konstruksi antara metode Box Culvert 150×150 cm dan Plat Duiker berdasarkan urutan pekerjaan, kebutuhan sumber daya, serta kompleksitas pelaksanaan pada lokasi penelitian. Meskipun kedua metode memiliki tahapan pekerjaan yang relatif sama, perbedaan bentuk struktur dan teknik pemasangan menyebabkan durasi setiap aktivitas konstruksi berpotensi berbeda. Metode Box Culvert memanfaatkan elemen beton pracetak sehingga proses fabrikasi telah diselesaikan sebelum material dikirim ke lokasi proyek, sedangkan metode Plat Duiker masih memerlukan pekerjaan pembesian, pemasangan bekisting, pengecoran, serta waktu perawatan beton sebelum struktur dapat menerima beban (Agatha et al., 2025). Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa metode pracetak memiliki potensi mempercepat penyelesaian pekerjaan karena sebagian besar aktivitas produksi tidak lagi dilakukan di lapangan.

Karakteristik pekerjaan pada lokasi penelitian turut memengaruhi efektivitas waktu pelaksanaan, terutama karena saluran eksisting tetap mengalir selama proses konstruksi berlangsung. Kondisi tersebut mengharuskan kontraktor mengatur tahapan pekerjaan secara bertahap agar aliran air tetap berfungsi tanpa mengganggu proses pemasangan struktur drainase. Penggunaan Box Culvert memungkinkan pemasangan setiap unit dilakukan secara langsung setelah pekerjaan lantai kerja selesai sehingga gangguan terhadap arus lalu lintas dapat diminimalkan (Adimas et al., 2025). Sebaliknya, metode Plat Duiker membutuhkan waktu tambahan pada tahap pengecoran dan proses pengerasan beton sebelum pekerjaan berikutnya dapat dilaksanakan, sehingga kesinambungan aktivitas konstruksi menjadi lebih bergantung pada kondisi cuaca dan kualitas pelaksanaan di lapangan (Sidiq et al., 2024).

Perbedaan mekanisme pelaksanaan tersebut memperlihatkan bahwa efisiensi waktu tidak hanya ditentukan oleh jumlah tenaga kerja, tetapi juga oleh karakteristik metode konstruksi yang digunakan.

Dari aspek produktivitas, penggunaan struktur pracetak memberikan keuntungan berupa berkurangnya pekerjaan manual di lapangan sehingga koordinasi antaraktivitas menjadi lebih sederhana. Pengurangan pekerjaan bekisting, pembesian, dan pengecoran menyebabkan waktu pelaksanaan lebih terkonsentrasi pada proses pengangkutan dan pemasangan unit pracetak, yang umumnya dapat dikendalikan melalui pengaturan alat berat dan jadwal distribusi material (Alghifari et al., 2024). Penelitian lain menunjukkan bahwa metode pracetak mampu meningkatkan produktivitas pekerjaan drainase karena sebagian besar pekerjaan dilakukan secara mekanis dengan mutu elemen yang telah dikendalikan sejak proses fabrikasi (Hattu et al., 2025). Kondisi tersebut memberikan keuntungan pada proyek yang berada di ruas jalan dengan volume lalu lintas tinggi karena durasi penutupan badan jalan dapat ditekan sehingga gangguan terhadap mobilitas masyarakat menjadi lebih kecil (Valentin et al., 2024).

Berdasarkan karakteristik pelaksanaan kedua metode, Box Culvert 150×150 cm memiliki kecenderungan memberikan waktu penyelesaian pekerjaan yang lebih singkat dibandingkan Plat Duiker, terutama pada proyek yang membutuhkan percepatan konstruksi dan memiliki keterbatasan ruang kerja. Di sisi lain, Plat Duiker tetap menjadi alternatif yang layak diterapkan apabila ketersediaan alat berat terbatas atau kapasitas saluran yang direncanakan tidak memerlukan penggunaan struktur pracetak berukuran besar. Pemilihan metode pelaksanaan pada akhirnya perlu mempertimbangkan keseimbangan antara efisiensi biaya, target penyelesaian proyek, kondisi hidrologi, serta karakteristik lokasi pekerjaan sehingga keputusan teknis yang diambil mampu memberikan kinerja infrastruktur yang optimal (Kementerian PUPR Direktorat Jenderal Bina Marga, 2024). Pendekatan tersebut sejalan dengan prinsip pengelolaan infrastruktur jalan yang menempatkan efektivitas waktu sebagai salah satu indikator penting dalam menjaga kualitas pelayanan jalan selama proses pembangunan maupun setelah konstruksi selesai (Hardiyatmo, 2015).

Perbandingan Karakteristik Biaya dan Waktu Pelaksanaan Box Culvert 150×150 cm dan Plat Duiker

Perbandingan karakteristik antara metode Box Culvert 150×150 cm dan Plat Duiker menunjukkan adanya perbedaan mendasar dalam pola penggunaan sumber daya, metode pelaksanaan, serta konsekuensi terhadap biaya dan waktu konstruksi. Metode Box Culvert mengandalkan elemen beton bertulang pracetak yang telah melalui proses produksi sebelum dikirim ke lokasi pekerjaan, sedangkan Plat Duiker menggunakan sistem pelat beton bertulang yang sebagian besar proses pembentukannya dilakukan secara langsung di lapangan. Perbedaan metode konstruksi tersebut menyebabkan distribusi biaya dan kebutuhan waktu pada setiap tahapan pekerjaan memiliki karakteristik yang berbeda (Agatha et al., 2025). Box Culvert cenderung memiliki biaya awal lebih besar karena melibatkan pengadaan unit struktur, biaya transportasi, dan kebutuhan alat bantu pemasangan, sedangkan Plat Duiker lebih banyak dipengaruhi oleh kebutuhan tenaga kerja, material beton, pekerjaan pembesian, dan waktu pelaksanaan pengecoran (Adimas et al., 2025). Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa evaluasi metode drainase perlu dilakukan secara menyeluruh dengan mempertimbangkan hubungan antara investasi awal dan efektivitas pelaksanaan.

Dari aspek biaya konstruksi, metode Box Culvert memiliki karakteristik biaya yang lebih terkonsentrasi pada pekerjaan struktur utama karena nilai terbesar berasal dari pengadaan dan pemasangan elemen pracetak. Kondisi tersebut menyebabkan kebutuhan biaya awal menjadi relatif tinggi, tetapi memberikan keuntungan berupa berkurangnya aktivitas pekerjaan basah di lokasi proyek dan menurunkan potensi keterlambatan akibat faktor cuaca. Penelitian mengenai perbandingan metode pracetak dan konvensional menunjukkan bahwa struktur pracetak umumnya membutuhkan biaya awal lebih besar, tetapi mampu meningkatkan efisiensi pekerjaan melalui pengurangan tahapan konstruksi lapangan (Hattu et al., 2025). Sebaliknya, metode Plat Duiker memiliki pola biaya yang lebih tersebar pada berbagai aktivitas pekerjaan seperti pembesian, bekisting, pengecoran, dan perawatan beton. Karakteristik tersebut menyebabkan metode Plat Duiker dapat menjadi pilihan ekonomis pada kondisi proyek tertentu, terutama ketika kebutuhan kapasitas saluran tidak terlalu besar dan sumber daya konstruksi tersedia secara memadai (Iskandar & Kusmana, 2024).

Pada aspek waktu pelaksanaan, Box Culvert memiliki keunggulan karena proses pemasangan struktur dapat dilakukan secara langsung setelah pekerjaan persiapan selesai. Sistem pracetak

memungkinkan pekerjaan utama berlangsung lebih cepat karena elemen struktur telah memiliki bentuk dan mutu yang ditentukan sebelum proses instalasi di lapangan (Alghifari et al., 2024). Kondisi ini memberikan keuntungan pada pekerjaan drainase di ruas jalan dengan tingkat aktivitas lalu lintas tinggi karena durasi gangguan terhadap pengguna jalan dapat dikurangi. Sementara itu, Plat Duiker membutuhkan rangkaian pekerjaan yang lebih panjang karena pelaksanaan struktur bergantung pada proses perakitan tulangan, pemasangan cetakan, pengecoran, dan waktu pengerasan beton sebelum dapat menerima beban konstruksi berikutnya (Sidiq et al., 2024). Perbedaan tahapan tersebut menunjukkan bahwa keunggulan waktu lebih banyak dimiliki oleh metode pracetak, sedangkan metode konvensional memiliki fleksibilitas lebih tinggi dalam penyesuaian terhadap kondisi lapangan.

Apabila dikaitkan dengan kondisi Jalan Raya Simpang Lebong Kecamatan Curup Kabupaten Rejang Lebong, pemilihan metode drainase perlu mempertimbangkan keberadaan aliran air eksisting, curah hujan tinggi, serta fungsi jalan sebagai jalur dengan intensitas mobilitas yang cukup tinggi. Kondisi tersebut membutuhkan sistem drainase yang tidak hanya mampu mengalirkan debit air secara efektif, tetapi juga dapat dilaksanakan dengan gangguan minimum terhadap aktivitas transportasi masyarakat. Box Culvert memiliki keunggulan pada kapasitas tampung dan kemampuan menahan beban lalu lintas sehingga lebih sesuai untuk lokasi yang membutuhkan struktur drainase dengan tingkat keandalan tinggi (Afrizal et al., 2026). Sementara itu, Plat Duiker masih dapat digunakan sebagai alternatif apabila kondisi hidraulis saluran memungkinkan dan kebutuhan struktur tidak menuntut kapasitas yang besar. Perencanaan drainase yang efektif harus mempertimbangkan hubungan antara karakteristik hidrologi wilayah, kapasitas saluran, serta kebutuhan perlindungan terhadap badan jalan (Suyono, 1999).

Perbedaan karakteristik biaya dan waktu antara kedua metode menunjukkan bahwa tidak terdapat metode yang secara mutlak lebih unggul pada seluruh aspek konstruksi. Box Culvert memberikan keuntungan pada percepatan pelaksanaan dan kualitas struktur karena proses produksi elemen dilakukan secara terkendali, sedangkan Plat Duiker memberikan fleksibilitas dalam pelaksanaan serta berpotensi mengurangi biaya awal pada kondisi tertentu. Pendekatan pemilihan metode konstruksi perlu mempertimbangkan keseimbangan antara efisiensi anggaran, kemudahan pelaksanaan, dan keberlanjutan fungsi infrastruktur jalan (Valentin et al., 2024). Pertimbangan tersebut sejalan dengan konsep manajemen infrastruktur yang menempatkan efektivitas penggunaan sumber daya sebagai salah satu indikator keberhasilan pembangunan fasilitas publik (Kodoatie, 2005). Oleh sebab itu, keputusan penggunaan Box Culvert atau Plat Duiker harus disesuaikan dengan karakteristik proyek, bukan hanya berdasarkan perbedaan nilai biaya konstruksi awal.

Hasil perbandingan secara teknis menunjukkan bahwa metode Box Culvert 150×150 cm lebih unggul dari sisi kecepatan pemasangan, kapasitas struktur, dan kesesuaian untuk lokasi dengan tuntutan pelayanan tinggi, sedangkan metode Plat Duiker memiliki keunggulan pada fleksibilitas konstruksi dan peluang efisiensi biaya awal. Perbedaan tersebut memperlihatkan bahwa pemilihan metode drainase merupakan proses pengambilan keputusan yang melibatkan aspek ekonomi, teknis, dan kondisi lingkungan secara bersamaan. Prinsip tersebut sesuai dengan pedoman perencanaan drainase jalan yang menyatakan bahwa sistem drainase harus dirancang berdasarkan kondisi topografi, karakteristik aliran, serta kebutuhan pelayanan jalan agar mampu berfungsi secara optimal dalam jangka panjang (Departemen Pekerjaan Umum, 2011). Penelitian ini memberikan gambaran bahwa evaluasi alternatif konstruksi drainase tidak cukup dilakukan hanya melalui perhitungan biaya, tetapi juga perlu mempertimbangkan karakteristik waktu pelaksanaan dan kemampuan struktur dalam menghadapi kondisi lapangan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis perbandingan pekerjaan drainase antara Box Culvert 150×150 cm dan Plat Duiker pada Jalan Raya Simpang Lebong Kecamatan Curup Kabupaten Rejang Lebong, dapat disimpulkan bahwa kedua metode memiliki karakteristik teknis yang berbeda dalam aspek biaya maupun pelaksanaan konstruksi. Metode Box Culvert 150×150 cm menunjukkan keunggulan pada aspek kecepatan pekerjaan karena menggunakan sistem beton pracetak yang mampu mengurangi aktivitas konstruksi langsung di lapangan, seperti pekerjaan bekisting, pembesian, pengecoran, dan proses curing beton. Kondisi tersebut menjadikan Box Culvert lebih sesuai diterapkan pada lokasi dengan keterbatasan waktu pelaksanaan, tingkat lalu lintas tinggi, serta kebutuhan pengurangan gangguan terhadap aktivitas masyarakat. Sementara itu, metode Plat Duiker memiliki fleksibilitas

konstruksi yang lebih baik karena dapat disesuaikan dengan kondisi eksisting saluran dan tidak terlalu bergantung pada penggunaan alat berat berkapasitas besar.

Dari aspek biaya, metode Box Culvert 150×150 cm memiliki karakteristik investasi awal yang lebih besar akibat kebutuhan pengadaan elemen pracetak, transportasi, dan proses pemasangan struktur, sedangkan metode Plat Duiker cenderung memiliki distribusi biaya yang lebih tersebar pada pekerjaan beton bertulang konvensional. Meskipun demikian, evaluasi pemilihan metode tidak hanya didasarkan pada biaya awal, tetapi juga mempertimbangkan efisiensi waktu, kapasitas hidraulik, kondisi lapangan, serta keberlanjutan fungsi drainase dalam jangka panjang. Pada kondisi Jalan Raya Simpang Lebong yang memiliki curah hujan tinggi, aliran air eksisting yang tetap berlangsung, dan kebutuhan pelayanan jalan yang tinggi, metode Box Culvert 150×150 cm menjadi alternatif yang lebih efektif karena mampu memberikan keseimbangan antara kecepatan pelaksanaan, keandalan struktur, dan kemampuan menghadapi kondisi lingkungan pekerjaan. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam menyediakan dasar pertimbangan teknis bagi pemilihan metode konstruksi drainase, khususnya pada proyek infrastruktur jalan yang membutuhkan keputusan berbasis karakteristik biaya dan efektivitas pelaksanaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adimas, A., Imam, W. S., & Prabowo, S. (2025). Perbandingan Pelaksanaan Precast Box Culvert dan Cast in Site pada Saluran Irigasi (Studi Kasus pada Proyek Irigasi Rentang di Indramayu, Jawa Barat). *Innovative: Journal of Social Science Research*, 5(1), 3539-3548. <https://doi.org/10.31004/innovative.v5i1.17518>
- Afrizal, R. F., Ramadhan, R. S., & Fatikasari, A. D. (2026). Analisis Kinerja Box Culvert Terhadap Debit Banjir Rencana di Kecamatan Pakal Surabaya. *Axial: Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi*, 14(1), 010–018. <https://doi.org/10.30742/axial.v14i1.5093>
- Agatha, S. A., Djatmiko, B., & Revantoro, N. B. (2024). Analisis Perbandingan Efektivitas Waktu dan Efisiensi Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Drainase Box Culvert. *Proceedings of Life and Applied Sciences*, 3(1). <https://conference.um.ac.id/index.php/LAS/article/view/9436>
- Agatha, S. A., Djatmiko, B., & Revantoro, N. B. (2025). Analisis Perbandingan Efektivitas Waktu dan Efisiensi Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Drainase Box Culvert Precast dan Cast In Situ Menggunakan Primavera P6. *Bangunan: Teori, Praktek, Penelitian, dan Pengajaran Teknik Bangunan*, 30(1), 9-16. <https://doi.org/10.17977/um071v30i12025p9-17>
- Alghifari, F. F., Sahid, M. N., Amar, T. I. K., & Magfirona, A. (2024). Perbandingan Produktivitas Pelaksanaan Pemasangan Box Culvert antara Metode Konvensional dengan Precast di Proyek Tol Solo–Yogyakarta terhadap Biaya dan Waktu Tahun Anggaran 2024. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil UMS*. <https://proceedings.ums.ac.id/sipil/article/view/5593>
- Angraini, W. P., Latif, M., Pangaribuan, M., & Munizar, R. (2026). Pendampingan Penyusunan Rekomendasi Teknis Penanganan Banjir Berbasis Masyarakat di Tingkat Desa/Kelurahan. *Journal of Community Service and Engagement*, 1(2), 216-226. <https://doi.org/10.65310/j28wwh20>
- Auzan, A. N., Faqih, M., Atmojo, P. S., & Sangkawati, S. (2017). Perencanaan Drainase Kawasan Pagarsih Kota Bandung. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 6(4), 280-289. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkts/article/view/18717>
- Departemen Pekerjaan Umum. (2011). *Pedoman Perencanaan Drainase Jalan*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Hardiyatmo, H. C. (2015). *Pemeliharaan Jalan Raya*. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.
- Harto, S. (2000). *Hidrologi Teori dan Aplikasi*. Erlangga: Jakarta.
- Hattu, G. M., Lewakabessy, G., & Kakaly, S. (2025). Analisis Perbandingan Biaya dan Waktu Pekerjaan Antara Box Culvert Konvensional dan Box Culvert Pra Cetak pada Proyek Pembangunan Jalan Oma–Wassu Pulau Haruku. *Jurnal Ilmiah Nusantara*, 2(1), 716-721. <https://doi.org/10.61722/jinu.v2i1.4107>
- Iskandar, B. R., & Kusmana, D. (2024). Evaluasi Efisiensi Biaya dan Waktu Antara Metode Konvensional dan Pracetak Dalam Pekerjaan Drainase U-Ditch di Ruas Jalan Nasional Jambi. *Sistem Infrastruktur Teknik Sipil (SIMTEKS)*, 4(2), 256-265. <https://doi.org/10.32897/simteks.v4i2.3949>

- Kementerian PUPR Direktorat Jenderal Bina Marga. (2024). *Spesifikasi Khusus Pekerjaan Bangunan Pelengkap dan Perlengkapan Jalan serta Lingkungan (SKh-5.9.3)*. Dokumen teknis resmi Bina Marga.
- Kodoatie, R. J. (2005). *Pengantar Manajemen Infrastruktur*. Pustaka Pelajar: Yogyakarta.
- Mulyono, A. T. (2007). *Teknologi Beton*. Andi Offset: Yogyakarta.
- Nanda, M. P., & Kurniawati, M. . (2023). Metode Pekerjaan Box Culvert Untuk Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. *Statika: Jurnal Teknik Sipil*, 9(2), 1–11. <https://doi.org/10.53494/jts.v9i2.296>
- Sarjanawiyata, Y. B. D., Chandra Galuh, D. L., & Sutrisno, W. (2024). Cost and Time Analysis of Drainage Works Using Conventional Riverstone Method and Precast U-Ditch Method. *Journal of Green Science and Technology*, 8(1). <https://doi.org/10.33603/jgst.v8i1.135>
- Sidiq, M. F., Susanty, A., & Hardyanti, N. (2024). Analisis Perbandingan Pekerjaan U-ditch Precast dan Cast In Situ Dalam Segi Waktu dan Biaya (Proyek Pembangunan Pengaman Pantai di Jakarta Tahap 4 Paket 1). *Jurnal Profesi Insinyur Indonesia*, 2(1), 59-64. <https://doi.org/10.14710/jpii.2024.24115>
- Suyono, S. (1999). *Teknik Drainase Jalan Raya*. Nova: Bandung.
- Soemarto, C. D. (1995). *Hidrologi Teknik*. Erlangga: Jakarta.
- Valentin, P., Isabella, I., & Amaliatulwalidain, A. (2024). Akuntabilitas Kepala Desa Dalam Pembangunan Jalan Di Desa Taja Mulya Kecamatan Betung Kabupaten Banyuasin. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 10(9), 530-536. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11180810>