

Analisis Transportasi Material Konstruksi Metode *Trucking* dan *Joint Shipment Multiple Project* Berbasis Biaya dan Waktu

Ganang Rizky Aditya ^[1], Hamonangan Girsang ^{[2]*}

^[1] Program Studi Teknik Sipil, Universitas Mercubuana, Jakarta, 10650, Indonesia

^{[2]*} Program Studi Profesi Insinyur, Universitas Mercubuana, Jakarta, 10650, Indonesia

Email: 41122110004@student.mercubuana.ac.id, hamonangan.girsang@mercubuana.ac.id*

*) Corresponding Author

Received: 17 July 2025; Revised: 22 May 2026; Accepted: 24 June 2026

How to cited this article:

Aditya, G.R., Girsang, H. (2026). Analisis Transportasi Material Konstruksi Metode *Trucking* dan *Joint Shipment Multiple Project* Berbasis Biaya dan Waktu. Jurnal Teknik Sipil, 22(2), 230–246. <https://doi.org/10.28932/jts.v22i2.12693>

ABSTRAK

Pekerjaan konstruksi di luar Pulau Jawa memiliki kerumitan yang cukup tinggi. Jarak yang jauh dari perkotaan, akses yang masih sulit dijangkau perlu menjadi perhatian pada pengerjaan konstruksi karena akan mempengaruhi waktu serta biaya proyek pembangunan. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan analisis untuk menemukan solusi alternatif pengiriman material konstruksi dengan volume tertentu. Metode dilakukan menggunakan aplikasi *Google Colaboratory* untuk menentukan waktu yang diperlukan, sedangkan biaya dianalisis dengan menghitung biaya angkut berbagai jenis model angkutan. Hasil analisis terhadap biaya *Joint Shipment Multiple Project* menggunakan kapal tongkang adalah Rp. 2.450.000.000 untuk 1 trip perjalanan. *Trucking* dengan beberapa jenis kendaraan: trailer 40FT 103 trip dengan biaya Rp. 6.879.000.000, tronton 110 trip dengan biaya Rp. 4.768.500.000, fuso long 205 trip dengan biaya Rp. 6.998.000.000, fuso standar 308 trip dengan biaya Rp. 10.230.125.000, kontainer 20FT 155 trip dengan biaya Rp. 3.600.875.000, kontainer 21FT 155 trip dengan biaya Rp. 3.972.125.000, dan kontainer 40FT/HC 123 trip dengan biaya Rp. 4.525.800.000. Analisis terhadap waktu menggunakan aplikasi *Google Colaboratory* untuk metode *trucking* memiliki rata-rata tercepat 7,30 hari – 7,90 hari, kapal tongkang memiliki durasi rata-rata 19,5 hari dalam 1 trip perjalanan. Dari hasil penelitian disimpulkan, metode transportasi material konstruksi *Joint Shipment Multiple Project* menggunakan kapal tongkang lebih efisien dan efektif dari sisi biaya dan waktu dengan efisiensi sebesar 60,37% - 90,48% dari pada metode *trucking* dan hanya dengan satu kali trip perjalanan.

Kata Kunci: Biaya, *Joint Shipment*, *Trucking*, Waktu.

ABSTRACT. *Analysis of Construction Material Shipment Using Trucking and Joint Shipment Multiple Project Methods on Cost and Time.* Construction work outside Java Island has a high level of complexity. The long distance from urban areas, combined with access that is still difficult to reach, is one of the factors that make construction work challenging, which can affect the time and cost of the construction project. The purpose of this study is to analyze and identify alternative solutions for transporting construction materials with a specific volume. The method used is the Google Collaboratory application to determine the time required, while the costs are analyzed by calculating the transportation costs with various types of transportation. Analysis of the cost of *Joint Shipment Multiple Project* using Barges costs Rp. 2,450,000,000 in 1 trip. *Trucking* with several types of vehicles: trailer 40FT 103 trips with cost of Rp. 6,879,000,000, tronton 110 trips with cost of Rp. 4,768,500,000, fuso long 205 trips with cost of Rp. 6,998,000,000, standard fuso 308 trips with cost of Rp. 10,230,125,000, 20FT container 155 trips for Rp. 3,600,875,000, 21FT container 155 trips for Rp. 3,972,125,000, and 40FT/HC container 123 trips at cost of Rp. 4,525,800,000. Analysis of time using the Google Collaboratory application, namely the *trucking* method, has the fastest average of 7.30 days - 7.90 days, while the barge has an average duration of 19.5 days in 1 trip. The conclusion through data analysis from this study

produced a more efficient and effective transportation method for costs and time is the Joint Shipment Multiple Project Method using barges, with an efficiency of 60.37% - 90.48% than the trucking method and only requires one trip.

Keywords: *Cost, Joint Shipment, Time, Trucking.*

1. PENDAHULUAN

Pekerjaan konstruksi di luar Pulau Jawa memiliki kerumitan yang cukup tinggi dalam hal pengadaan peralatan, material, serta besarnya kebutuhan yang melibatkan sumber daya manusia dan organisasi dalam proses pelaksanaannya. Jarak yang jauh dari perkotaan juga akses yang masih sulit dijangkau menjadi salah satu faktor kesulitan pengerjaan konstruksi sehingga dapat mempengaruhi waktu serta biaya pembangunan. Keterlambatan dalam proyek menunjukkan bahwa efisiensi waktu dan biaya tidak tercapai, yang berdampak negatif pada reputasi dan kinerja. Oleh karena itu, penting untuk merencanakan jaringan logistik dan rantai pasok dengan mengoptimalkan sumber daya untuk proyek-proyek konstruksi (Ma'rifat, R.A., I Made Suraharta, I.M., 2024). Keterlambatan datangnya material konstruksi menyebabkan habisnya persediaan material yang dibutuhkan dan hal ini membuat pekerjaan menjadi tertunda. Pengiriman material proyek konstruksi memiliki banyak metode, salah satunya adalah metode *trucking* atau umum dikenal sebagai ekspedisi pengiriman yang sering digunakan. Ekspedisi pengiriman memiliki kekurangan karena berpotensi mengalami keterlambatan diakibatkan estimasi perjalanan tidak sesuai dengan durasi yang diperkirakan sebelumnya. Selain itu berbagai kendala lain tidak terduga bisa menjadi penghambat pengiriman material seperti kerusakan armada, pemberlakuan aturan di beberapa daerah terkait pembatasan melintasnya armada besar pada waktu tertentu, dan keterlambatan pemberangkatan transportasi kapal penghubung. Berdasarkan uraian di atas, pasokan material pada proyek konstruksi menjadi hal krusial yang perlu direncanakan sehingga penelitian ini bertujuan menganalisis biaya dan waktu beberapa alternatif pengiriman material yang berjarak jauh dari lokasi proyek atau akses yang masih sulit untuk dijangkau guna menunjang efisiensi waktu serta biaya proyek konstruksi.

Proyek konstruksi merupakan serangkaian kegiatan yang dilaksanakan dalam satu kali kesempatan dan memiliki waktu pelaksanaan yang singkat (Hardina, 2022). Manajemen proyek mencakup kepemimpinan, pengorganisasian, pengendalian sumber daya perusahaan dan pelaksanaan untuk mencapai tujuan jangka pendek yang telah ditetapkan (Iman, 1995). Standar manajemen proyek mengidentifikasi prinsip-prinsip untuk menjadi panduan perilaku dan tindakan profesional pemangku kepentingan yang melakukan pekerjaan ataupun terlibat dalam sebuah proyek. Fungsi utama manajemen material adalah bernegosiasi dengan pemasok dan memastikan adanya material pada waktu yang tepat, dalam jumlah dan kualitas yang tepat, serta harga yang tepat. Selain itu, catatan dan kontrol dalam hal ini memastikan pemeliharaan yang

memadai dan seimbang, serta memantau produksi untuk mengatur seluruh jadwal produksi material pada keseluruhan fasilitas produksi (Lee & Won, 2021).

Manajemen pengadaan adalah sistem dari pemasok, kontraktor, dan kostumer bekerjasama dan berkoordinasi untuk memproduksi, merakit, mengirim dan menggunakan informasi material, peralatan, dan sumber daya lain untuk kebutuhan proyek (Angkaleda, 2025). Dampak dari pemilihan sistem manajemen bahan yang tepat tercermin dalam peningkatan produktivitas. Hal ini dilakukan dengan merencanakan material yang dibutuhkan, mengurangi pemesanan yang berlebihan dan meningkatkan kinerja pemasok material dalam hal pengiriman, kualitas dan penghematan biaya. Biaya proyek dibagi menjadi biaya langsung dan biaya tidak langsung (Girsang et al., 2025). Penelitian sebelumnya telah dilakukan dengan topik yang hampir sama dengan fokus pada manajemen logistik pada satu proyek saja, sedangkan penelitian ini terhadap dua proyek sekaligus sehingga kebaruan penelitian ini pada metode transportasi dengan kombinasi laut dan darat serta obyek proyek yang lebih dari satu serta berlangsung pada waktu yang bersamaan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan fokus terhadap transportasi material dari Pulau Jawa ke lokasi proyek di Pulau Kalimantan, untuk melayani dua proyek yang sedang berlangsung secara bersamaan. Analisis pengiriman material dilakukan dengan menggunakan angkutan darat (*trucking*) dan pengiriman bersama beberapa proyek (*joint shipment multiple project*), sehingga menemukan metode yang efisien terhadap biaya dan waktu serta mendapatkan tingkat besaran persentase keefisienan antara kedua metode tersebut.

2.1 Pengiriman Angkutan Darat (*Trucking*)

Trucking merupakan jasa pengangkutan barang melalui jalur darat antar kota dan antar pulau dengan menggunakan kendaraan seperti mobil dan truk. Dalam jasa ini, barang yang akan diangkut sering kali bercampur dengan barang milik orang lain untuk mendapatkan biaya pengangkutan yang lebih murah dan lebih cepat. Kinerja *trucking* merupakan hasil kerja jasa pengangkutan melalui moda transportasi truk guna mengirimkan barang dari tempat asal menuju tempat tujuan dengan kondisi utuh dan ketepatan waktu. Dengan menggunakan jasa *trucking*, pengirim akan mendapatkan beberapa kelebihan seperti harga pengiriman barang yang lebih murah, menerima semua jenis barang kiriman yang sesuai ukuran truknya, mudah dipantau menggunakan *sistem tracking* dan pengiriman dapat dilakukan antar kota, ke luar pulau hingga ke luar negeri.

2.2 Pengiriman Bersama Beberapa Proyek (*Joint Shipment Multiple Project*)

Pengiriman bersama beberapa proyek (*Joint Shipment Multiple Project*) merupakan salah satu metode yang menggabungkan pengiriman material untuk beberapa proyek sekaligus. *Joint Shipment Model* adalah pendekatan distribusi barang untuk menentukan jumlah pengiriman secara ekonomis dan membagi jumlah pengiriman per item terhadap jumlah produk yang akan dikirim (Wulandari, 2023). Perusahaan menggabungkan pengiriman kecil menjadi satu muatan besar, hal ini digunakan untuk mengurangi frekuensi pengiriman, biaya tenaga kerja, dan biaya pengangkutan per pengiriman, ini disebut dengan strategi konsolidasi. Penggabungan pengiriman barang dari beberapa sumber untuk beberapa tujuan dalam satu muatan dapat mengurangi frekuensi angkutan dan biaya operasional secara signifikan (Lidya et al., 2024).

Joint Shipment Model adalah pendekatan distribusi barang untuk menentukan jumlah pengiriman secara ekonomis dan membagi jumlah pengiriman per item terhadap jumlah produk yang akan dikirim (Yani, 2021). Skenario yang dirancang dengan asumsi bahwa sumber produk akan mengirim produk ke satu gudang transit. Dari gudang transit produk akan dikirimkan ke berbagai tujuan dimulai dari barang yang jumlahnya paling sedikit. Dalam menggunakan *Joint Shipment Model* dibutuhkan data sekunder dari perusahaan seperti data tujuan pengiriman material, data harga produk dan biaya kurir.

Tongkang adalah salah satu jenis kapal khusus sebagai alat bantu yang digunakan pada *Joint Shipment Model*. Muatan umum dalam perkapalan adalah muatan yang terdiri dari berbagai jenis komoditas, disebut sebagai muatan campuran seperti kemasan karung, peti, drum, unit mesin, barang pecah belah dan lain-lain (Fakhrurrozi, 2017). Bongkar muat melibatkan pengetahuan tentang bongkar muat barang dari dan ke kapal. Hal ini mencakup pengetahuan tentang berbagai jenis kargo, perencanaan muatan, dan jenis serta kualitas barang yang dimuat. Hal ini juga mencakup perawatan kargo, penggunaan peralatan pemuatan dan peraturan keselamatan kapal dan kargo lainnya (Martopo & Soegiyanto, 2009).

2.3 Aplikasi Google Colaboratory

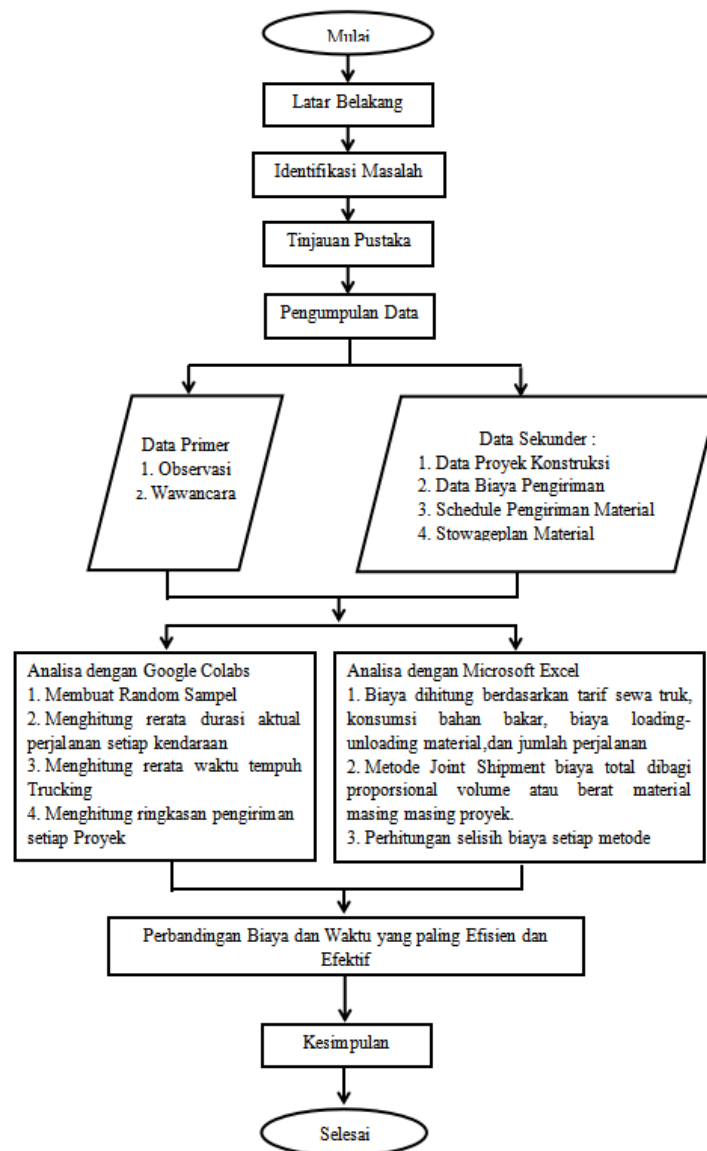
Google Colaboratory yang lebih dikenal sebagai *Colab* adalah aplikasi buatan Google yang berguna untuk menjalankan sebuah dokumen lewat bahasa pemrograman *python* secara *online* yang telah ditulis melalui *Google Drive*. *Colab* adalah layanan *Host Jupyter Notebook* yang tidak memerlukan pengaturan untuk digunakan dan menyediakan akses gratis ke sumber daya komputasi, termasuk GPU dan TPU (Febrian Putri et al., 2025). *Google Colab* memiliki banyak sekali keuntungan salah satunya adalah kemudahan akses yang berbasis *cloud* sehingga semua data langsung tersimpan di *google drive* tanpa perlu instalasi. Keuntungan lain adalah layanan *Google Colab* terintegrasi dengan layanan Google yang lainnya seperti *Google Sheet* sehingga mempermudah untuk melakukan *eksport* dan *import* data. Tak hanya itu, layanan ini

juga dapat diakses dimana saja dan memungkinkan untuk berkolaborasi secara *real time* dengan orang lain (Falahah S.Si M.T., 2023).

2.4 Diagram Alir Penelitian

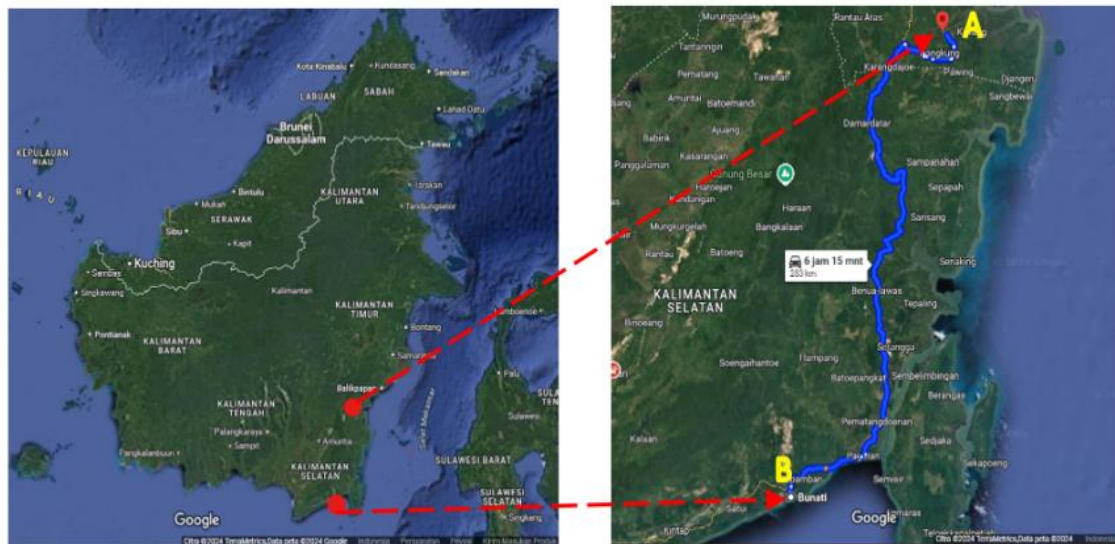
Microsoft Excel digunakan dalam analisis, merupakan perangkat lunak lembar kerja (*spreadsheet*) yang dikembangkan oleh Microsoft dan merupakan bagian dari paket aplikasi Microsoft Office. *Software* ini digunakan untuk mengelola data dalam bentuk tabel, perhitungan otomatis menggunakan rumus, menyusun grafik, dan analisis data dalam berbagai bentuk (Arifin, 2019).

Tahapan proses penelitian digambarkan dalam bentuk diagram alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir

Pengumpulan data diperoleh dari wawancara, observasi dokumentasi dari pihak kontraktor yang tersedia dalam berbagai bentuk file. Data-data yang diperoleh seperti hasil wawancara dengan para pihak kontraktor, observasi langsung ke lapangan, data proyek konstruksi, data biaya pengiriman, jadwal pengiriman material, hingga *storage* material atau penataan muatan dalam kapal. Analisis data menggunakan aplikasi *Google Colabs* (Renaldi & Edy, 2024) untuk membuat data acak terkait dengan kendaraan, waktu tempuh, dan kapasitas muatan, yang nantinya akan diperoleh waktu rata-rata pengiriman per jenis kendaraan. Perhitungan data menggunakan *Software Microsoft Excel*. Biaya dihitung berdasarkan tarif sewa truk, konsumsi bahan bakar, biaya *loading - unloading* material, dan jumlah perjalanan. Untuk *metode Joint Shipment Multiple Project* biaya total dibagi proposional sesuai volume atau berat material masing-masing proyek. Dari data yang telah di analisis dapat diperoleh perbandingan waktu pengiriman antara kedua metode yang di pakai, perbandingan total biaya dari masing-masing metode dan rekomendasi metode yang paling efisien dari segi waktu dan biaya (Chohan et al., 2023). Secara geografis seperti pada Gambar 2, lokasi penelitian di Propinsi Kalimantan Selatan dan Propinsi Kalimantan Timur yang berdekatan yaitu Proyek A adalah Proyek Tanah Grogot Kalimantan Timur, dan Proyek B adalah Proyek Bunati Kalimantan Selatan. Kedua proyek berjarak 277 Km dengan waktu tempuh sekitar 6 sampai 7 jam perjalanan darat.



Gambar 2. Lokasi Penelitian

3. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Pengumpulan Data Proyek Sekunder

Pembangunan *Coal Handling System* adalah salah satu proyek fasilitas Industri yang berada di Tanah Grogot, Kalimantan Timur dan Bunati, Kalimantan Selatan. Pembangunan *Coal*

Handling System bertujuan untuk mengelola atau memindahkan batubara dari tambang ke lokasi penyimpanan menuju ke kapal tongkang. Data proyek sekunder yang dikumpulkan adalah meliputi Rencana Anggaran Biaya yang merujuk pada rencana biaya setiap aktifitas berdasarkan *Works Breakdown Structure* proyek pembangunan *Coal Handling System* di Bunati, Kalimantan Selatan (Solomon et al., 2024) yang memiliki lima item pekerjaan yaitu *Preparation Work, Engineering Design, Procurement, Construction, Pre-Commissioning dan Commissioning*. Dari Rencana Anggaran Biaya bobot pekerjaan paling besar adalah *Procurement* 50%, sedangkan bobot terkecil adalah *Engineering Design* sebesar 2% dengan nilai kontrak proyek adalah Rp 277.500.000.000,00. *Schedule Procurement* adalah jadwal pengadaan material yang berisi item material, rencana waktu pengiriman, realisasi waktu pengiriman, dan keterangan keterlambatan pengiriman material. Rekapitulasi data kebutuhan material terdiri dari tiga material besar: *Spunpile, Steel Structure* dan besi beton di Proyek Bunati dengan total tonase 1.284,79 ton dan pada Proyek Tanah Grogot total tonase 1.784,21 ton.

3.2 Pengumpulan Data Proyek Primer

Data perbandingan waktu yang meliputi penjadwalan pengiriman material merupakan alat untuk menentukan waktu yang dibutuhkan dalam menyelesaikan pekerjaan pengiriman material, didalamnya juga terdapat waktu kapan dimulainya pekerjaan dan selesainya kegiatan. Data waktu pengiriman dilakukan dengan menggunakan metode *Trucking*

A. Alur Aktivitas *Trucking*

Pada pelaksanaan pengiriman material menggunakan metode *Trucking*, ilustrasi alur aktivitas seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Alur Kegiatan Pengiriman Material *Trucking*

Setelah melakukan observasi lapangan, diketahui kegiatan alur pengiriman pada Gambar 3. Pada hari pertama, material telah siap di pabrik selanjutnya pada hari kedua dilakukan proses *loading* material ke dalam truk pengangkut. Hari ketiga digunakan untuk perjalanan truk menuju pelabuhan penyebrangan, dilanjutkan dengan proses penyebrangan menuju pelabuhan tujuan yang memakan waktu dua hari (hari keempat dan kelima). Pada hari keenam, truk melanjutkan perjalanan menuju lokasi Proyek A dan tiba di lokasi pada hari ketujuh. Proses *unloading* material dilakukan dan selesai pada hari kedelapan. Rangkaian kegiatan tersebut menunjukkan bahwa seluruh proses pengiriman material memerlukan total waktu selama 8 hari kerja hingga material sepenuhnya tiba dan siap digunakan di lokasi proyek (Miln Bruantama & Pontan, 2023). Estimasi durasi *trucking* setiap jenis transportasi yang digunakan terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Estimasi Durasi Waktu Pengiriman *Trucking*

No	Jenis Transportasi	Kapasitas Muatan (Ton)	Dimensi (Meter)	Muatan (Ton)	Jarak (Km)	Estimasi Waktu Tempuh
Rute Surabaya - Tanah Grogot (via Pelabuhan Balikpapan)						
1	Trailer 40 FT	30-35	2,5 x 12	30	302	6 - 9 Hari
2	Tronton	20-28	2,4 x 9	28	302	6 - 9 Hari
3	Fuso Long	12-15	2,35 x 8	15	302	5 - 6 Hari
4	Fuso Standar	8-10	2,35 x 6	10	302	5 - 6 Hari
5	Kontainer 20 FT	20		20	302	7 - 8 Hari
6	Kontainer 21 FT	20		20	302	7 - 8 Hari
7	Kontainer 40 FT / HC	20-25		25	302	7-10 Hari
Rute Surabaya - Batulicin (via Pelabuhan Banjarmasin)						
1	Trailer 40 FT	30-35	2,4 x 9	30	207	5 - 7 Hari
2	Tronton	20-28	2,5 x 12	28	207	5 - 7 Hari
3	Fuso Long	12-15	1,8 x 4	15	207	4 - 6 Hari
4	Fuso Standar	8-10	2,35 x 6	10	207	4 - 6 Hari
5	Kontainer 20 FT	20		20	207	6 - 8 Hari
6	Kontainer 21 FT	20		20	207	6 - 8 Hari
7	Kontainer 40 FT / HC	20-25		25	207	6 - 9 Hari

Dari Tabel 1 dapat dilihat data estimasi lama pengiriman material yang bervariasi, tergantung dari jenis kendaraan serta kapasitas maksimal yang dapat dibawa dan jarak tempuh.

B. Alur Aktifitas *Joint Shipment Multiple Project*

Pada pelaksanaan pengiriman material menggunakan metode *Joint Shipment Multiple Project*, alur aktivitas seperti pada Gambar 4. Dimulai dengan pengumpulan material di lokasi penyimpanan, dimana seluruh material dari berbagai proyek dikonsolidasikan. Setelah material siap, kapal tongkang bersandar untuk memulai proses *loading* material ke atas kapal. Selanjutnya, kapal berlayar menuju lokasi proyek pertama yaitu Proyek B di Kalimantan Selatan. Setelah tiba kapal bersandar untuk melakukan proses *unloading* material sesuai kebutuhan proyek tersebut. Selanjutnya kapal berlayar menuju lokasi Proyek A di Kalimantan Timur dan setibanya di lokasi

kapal kembali bersandar dan dilakukan proses *unloading* material. Seluruh rangkaian kegiatan diakhiri dengan proses penyelesaian *unloading* dan administrasi. (Wulandari, 2023).



Gambar 4. Alur Aktivitas Pengiriman Material *Joint Shipment Multiple Project*

Setelah selesai mengurutkan seluruh tahapan aktivitas, langkah selanjutnya adalah mengetahui estimasi durasi aktivitas tersebut. Sesuai dengan pengamatan dan hasil wawancara di lapangan, metode pengiriman *Joint Shipment Multiple Project* memiliki estimasi seperti Tabel 2.

Tabel 2. Estimasi Waktu Pengiriman *Joint Shipment Multiple Project*

Jenis Transportasi	Kapasitas Muatan	Dimensi	Jarak	Estimasi Waktu Tempuh
Kapal tongkang	3000 - 4000 Ton	21 m x 76 m	598,27 Km	18-22 Hari

Sesuai Tabel 2, estimasi lama pengiriman material menggunakan transportasi kapal tongkang yaitu 18-22 hari dengan menempuh jarak 598,27 Km dan mampu mengangkut kapasitas 3000 – 4000 ton material (Rizki & Farida, 2024).

3.3 Perbandingan Biaya

A. Biaya Pengiriman Material *Trucking*

Komponen pengeluaran selama proses pengangkutan material menggunakan truk, meliputi biaya sewa kendaraan yang umumnya dihitung berdasarkan ritase, tonase, atau jarak tempuh, serta konsumsi bahan bakar selama perjalanan. Selain itu, terdapat biaya tambahan

seperti tarif tol, retribusi jalan, serta honorarium sopir dan tenaga kerja pendukung termasuk biaya lembur bila diperlukan seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Biaya Pengiriman Material *Trucking*

No	Jenis Transportasi	Kapasitas Muatan (Ton)	Dimensi (Meter)	Jarak (Km)	Rata Rata Harga (Rp)
Rute Surabaya - Tanah Grogot (via Pelabuhan Balikpapan)					
1	Trailer 40 FT	30-35	2,5 x 12 Mtr	302	71.500.000
2	Tronton	20-28	2,4 x 9 Mtr	302	46.500.000
3	Fuso Long	12-15	2,35 x 8 Mtr	302	37.500.000
4	Fuso Standar	8-10	2,35 x 6 Mtr	302	36.000.000
5	Kontainer 20 FT	20		302	26.750.000
6	Kontainer 21 FT	20		302	29.250.000
7	Kontainer 40 FT / HC	20-25		302	42.000.000
Rute Surabaya - Batulicin (via Pelabuhan Banjarmasin)					
1	Trailer 40 FT	30-35	2,4 x 9 mtr	207	63.000.000
2	Tronton	20-28	2,5 x 12 mtr	207	41.750.000
3	Fuso Long	12-15	1,8 x 4 mtr	207	32.250.000
4	Fuso Standar	8-10	2,35 x 6 mtr	207	32.125.000
5	Kontainer 20 FT	20		207	22.375.000
6	Kontainer 21 FT	20		207	24.625.000
7	Kontainer 40 FT / HC	20-25		207	35.250.000

Dalam proses pengiriman material konstruksi, pemilihan metode dan rute pengiriman menjadi faktor krusial yang memengaruhi efisiensi biaya dan waktu. Analisis biaya pengiriman material menggunakan metode *trucking* dilakukan untuk dua rute berbeda, yaitu Surabaya–Bunati dan Surabaya–Tanah Grogot. Setiap rute memiliki implikasi langsung terhadap komponen biaya yang muncul, baik dari sisi biaya langsung (Prasetyo & Girsang, 2025) seperti bahan bakar, biaya tol, penyebrangan, honor *driver*, dan akomodasi, maupun biaya tidak langsung (*indirect cost*) seperti pemeliharaan kendaraan, biaya ban, *overhead*, dan asuransi barang.

B. Biaya Pengiriman Material *Joint Shipment Multiple Project*

Beberapa faktor yang mempengaruhi biaya pengiriman material konstruksi metode *Joint Shipment Multiple Project* yaitu biaya penumpukan *storage* material, biaya *handling* muat, biaya pengapalan, biaya *handling* bongkar, dan biaya asuransi yang digambarkan pada Tabel 4, dengan total biaya pengiriman material (Solomon et al., 2024) sebesar Rp. 2.450.000.000,00 untuk satu kali trip perjalanan selama 22 hari menggunakan kapal tongkang 230 FT.

Tabel 4. Biaya Pengiriman Material *Joint Shipment Multiple Project*

No	Item Pekerjaan	Satuan	Qty	Harga Satuan	Total Harga
1	Biaya Penumpukan <i>Storage Material</i>				
	Bongkar/Muat (Sewa Crane)	1	LS	<i>Include</i>	<i>Include</i>
	<i>Steel Structure</i> (BSB - Gresik)	35	trailer	1.900.000	66.500.000
	Spun D400 (Adhimix - Gresik)	25	trailer	2.110.000	52.750.000
	CCSP (Adhimix - Gresik)	7	slidding	3.200.000	22.400.000
	Plat Tangki (Alim Ampuh - Sidoarjo)	4	trailer	2.350.000	9.400.000
	Spun D500 (Witon - Pasuruan)	30	trailer	3.350.000	100.500.000
	Rebar (Mastersteel - Gresik)	8	trailer	2.100.000	16.800.000
	Sub Total - Biaya Penumpukan <i>Storage Material</i>				268.350.000
2	Handling Muat (Gresik/Surabaya)				
	PBM/TKBM	3069	Ton	103.237	316.789.800
	Biaya Crane	1	LS	<i>Include</i>	<i>Include</i>
	Biaya Dunnage, Lashing, Certificate	1	LS	<i>Include</i>	<i>Include</i>
	Biaya Supervisi	2	LS	<i>Include</i>	<i>Include</i>
	Sub Total - Handling Muat (Gresik/Surabaya)				316.789.800
3	Pengapalan				
	Freight charter TK. 230 FT	1	LS	1.614.985.200	1.614.985.200
	Biaya surveyor (IMS)	1	LS	19.700.000	19.700.000
	Clearance In/Out/ Keagenan (PP)	1	LS	<i>Include</i>	<i>Include</i>
	Assist /Pandu	1	LS	<i>Include</i>	<i>Include</i>
	Sub Total - Biaya Pengapalan (Gresik/Surabaya - Bunati - Tanah Grogot)				1.634.685.200
4	Handling Bongkar 1 (Bunati/Batulicin)				
	TKBM/PBM	1284,79	Ton	75.000	96.359.250
	Crane Bongkar	1	LS	<i>by Owner</i> (terlampir)	<i>by Owner</i> (terlampir)
	Biaya Supervisi	1	LS	<i>Include</i>	<i>Include</i>
	Ijin Pelabuhan Khusus	1	LS	<i>Include</i>	<i>Include</i>
	Sub Total - Handling Bongkar Proyek Bunati				96.359.250
5	Handling Bongkar 2 (Grogot)				
	TKBM/PBM Tanah Grogot	1784,21	Ton	75.000	133.815.750
	Crane Bongkar	1	LS	<i>by Owner</i> (terlampir)	<i>by Owner</i> (terlampir)
	Biaya Supervisi	1	LS	<i>Include</i>	<i>Include</i>
	Ijin Pelabuhan Khusus	1	LS	<i>Include</i>	<i>Include</i>
	Sub Total - Handling Bongkar Proyek Tanah Grogot				133.815.750
6	Asuransi Barang (ICC - A)	1	LS	<i>Include</i>	<i>Include</i>
TOTAL					2.450.000.000

3.4 Perhitungan Simulasi Waktu dan Biaya

A. Membuat Sampel Acak untuk Menentukan Durasi Pengiriman

Pengambilan sampel acak merupakan salah satu metode penting dalam penelitian yang bertujuan untuk memperoleh data yang objektif dan bebas dari bias. Dengan menggunakan teknik ini setiap anggota populasi memiliki peluang yang sama untuk dipilih menjadi bagian dari sampel, sehingga dapat meningkatkan representativitas data yang diperoleh. Dengan memadukan variabel acak dan tetap, simulasi ini memberikan gambaran yang lebih akurat mengenai waktu tempuh dan efisiensi distribusi material baik melalui jalur darat maupun laut (Pamuji & Widyatami, 2022). Sampel acak dibuat 3 tujuan dengan jumlah iterasi 100 kali dan diambil yang paling efektif.

Menghitung durasi rata-rata pengiriman dengan *Metode Trucking* dan *Joint Shipment Multiple Project* adalah untuk memperoleh gambaran yang lebih akurat mengenai efisiensi waktu dalam proses distribusi material (Simatupang, 2015), serta sebagai dasar pengambilan keputusan dalam perencanaan logistik proyek. Durasi rata-rata pengiriman seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Durasi Rata-rata Pengiriman

No	Jenis Transportasi	Durasi Rata-rata (Hari)
1	Trailer 40 FT	7,30
2	Tronton	7,45
3	Fuso Long	7,31
4	Fuso Standar	7,71
5	Kontainer 20 FT	7,66
6	Kontainer 21 FT	7,90
7	Kontainer 40 FT / HC	7,45
8	Kapal Tongkang	19,56

Dari Tabel 5 durasi rata-rata kendaraan jenis *trucking* adalah 7,54 hari dengan membawa 6 hingga 30 ton material. Untuk kapal tongkang durasi adalah 19,56 hari untuk mencapai kedua proyek dengan membawa 3.069 ton material dalam satu kali trip perjalanan. Durasi waktu pada Tabel 5 merupakan kondisi ideal berdasarkan jarak, jenis dan kapasitas maksimum kendaraan, serta tonase kebutuhan material proyek (Ariadi, 2017). Data ini tanpa mempertimbangkan faktor cuaca, kondisi jalan, antrean bongkar muat, dan faktor penghambat lainnya.

B. Menghitung Pengiriman dengan Variabel Berat untuk Tiap Proyek.

Penghitungan pengiriman material untuk dua proyek, yaitu: proyek A Tanah Grogot, Kalimantan Timur dan proyek B Bunati di Kalimantan Selatan didasarkan pada total berat tonase material yang harus dikirim ke tiap lokasi. Tabel 6 adalah hasil perhitungan pengiriman dengan variabel berat yang telah dikonversi terhadap muatan jenis transportasi sehingga menghasilkan total trip per proyek dan harga pengiriman masing masing proyek.

Tabel 6. Total Pengiriman dengan Variabel Berat Tiap Proyek

No	Proyek	Jenis Transportasi	Total Trip	Total Harga Pengiriman (Rp)
1	Tanah Grogot	Trailer 40 FT	60	4.290.000.000
2	Tanah Grogot	Tronton	64	2.976.000.000
3	Tanah Grogot	Fuso Long	119	4.462.500.000
4	Tanah Grogot	Fuso Standar	179	6.444.000.000
5	Tanah Grogot	Kontainer 20 FT	90	2.407.500.000
6	Tanah Grogot	Kontainer 21 FT	90	2.632.500.000
7	Tanah Grogot	Kontainer 40 FT / HC	72	3.024.000.000
8	Bunati	Trailer 40 FT	43	2.709.000.000
9	Bunati	Tronton	46	1.920.500.000
10	Bunati	Fuso Long	86	2.773.500.000
11	Bunati	Fuso Standar	129	4.144.125.000

Tabel 6. Total Pengiriman dengan Variabel Berat Tiap Proyek (Lanjutan)

No	Proyek	Jenis Transportasi	Total Trip	Total Harga Pengiriman (Rp)
12	Bunati	Kontainer 20 FT	65	1.454.375.000
13	Bunati	Kontainer 21 FT	65	1.600.625.000
14	Bunati	Kontainer 40 FT / HC	52	1.833.000.000
15	Bunati dan Tanah Grogot	Kapal Tongkang	1	2.450.000.000

Dari Tabel 6 total harga pengiriman berdasarkan berat material yang dibutuhkan pada proyek Tanah Grogot dan Bunati sangat bervariasi tergantung dari jenis transportasi dan total trip yang di butuhkan. Sedangkan total harga pengiriman dengan kapal tongkang Rp. 2.450.000.000 dalam satu kali perjalanan.

C. Menghitung Total Pengiriman dan Biaya Pengiriman untuk 2 Proyek Sekaligus.

Perhitungan total pengiriman dan biaya pengiriman material untuk dua proyek sekaligus melalui metode *Joint Shipment Multiple Project* dilakukan dengan cara menggabungkan kebutuhan tonase kedua proyek ke dalam satu skema pengiriman yang efisien (Girsang & Chamami, 2024).

Tabel 7 adalah hasil tabulasi perhitungan total trip pengiriman dan biaya pengiriman material untuk dua proyek sekaligus melalui metode *Joint Shipment Multiple Project* dengan *truck* dan kapal tongkang.

Menggabungkan kebutuhan tonase kedua proyek ke dalam satu skema pengiriman sebagai upaya efisiensi. Proyek Tanah Grogot membutuhkan material seberat 1.785 ton dan proyek Bunati 1.285 ton, sehingga total material yang harus dikirim adalah 3.069 ton.

Tabel 7. Total Pengiriman dan Biaya Pengiriman untuk 2 Proyek

No	Jenis Transportasi	Kapasitas Muatan (Ton)	Total Trip <i>Joint Shipment</i>	Biaya <i>Joint Shipment Trucking</i> via Banjarmasin (Sby-Bnt-Tg) (Rp)
1	Trailer 40 FT	30	103	6.879.000.000
2	Tronton	28	110	4.768.500.000
3	Fuso Long	15	205	6.998.000.000
4	Fuso Standar	10	308	10.230.125.000
5	Kontainer 20 FT	20	155	3.600.875.000
6	Kontainer 21 FT	20	155	3.972.125.000
7	Kontainer 40 FT / HC	25	124	4.525.800.000
8	Kapal Tongkang	3069	1	2.450.000.000

D. Efisiensi Model Transportasi

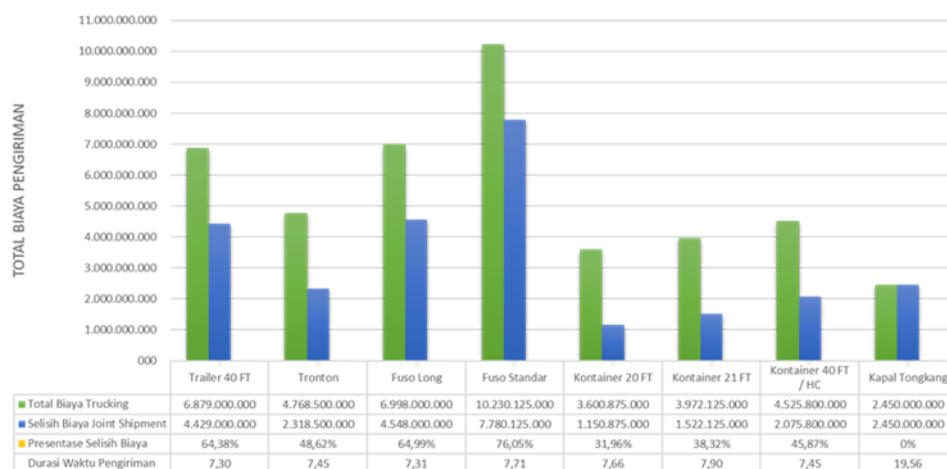
Berdasarkan durasi dan biaya pengiriman untuk dua proyek sekaligus selanjutnya dibandingkan dengan metode yang lebih efisien. Tujuan membandingkan berbagai jenis kendaraan pengangkut material dalam proyek konstruksi adalah untuk mengetahui moda transportasi yang paling efisien baik dari segi biaya maupun operasional.

Dengan membandingkan biaya pengiriman per trip dan biaya keseluruhan dari masing-masing jenis kendaraan, proyek dapat menentukan moda yang mampu memberikan hasil pengiriman optimal (Febrian Putri et al., 2025) dengan biaya seminimal mungkin. Hal ini sangat penting dalam pengelolaan logistik proyek skala besar dengan volume material tinggi agar anggaran optimal dan sumber daya dimanfaatkan maksimal. Perbandingan ini juga berguna untuk mengoptimalkan pemilihan moda transportasi sesuai kebutuhan (Soplanit et al., 2019).

Tabel 8 memperlihatkan kapal tongkang 31,96% hingga 76,05% lebih hemat dibanding kendaraan darat lainnya. Moda transportasi darat paling mendekati efisiensi (Wahyudi & Boer, 2019) adalah kontainer 20FT, kontainer 21FT dan tronton namun tetap terpaud cukup jauh dari kapal tongkang. Selisih biaya *trucking* dengan *Joint Shipment Multiple Project* untuk *trailer* 40FT adalah 64,38%, tronton 48,62%, Fuso Long 64,99%, Fuso Standar 76,05%, kontainer 20FT 31,96%, kontainer 21FT 38,32%, dan kontainer 40FT/HC adalah 45,87% seperti pada Gambar 5.

Tabel 8. Selisih Biaya Metode *Trucking* vs *Joint Shipment Multiple Project* (Kapal Tongkang)

Jenis Transportasi	Kapasitas Muatan (Ton)	Total Trip Joint Shipment	Biaya Joint	Selisih Biaya	
			Shipment Trucking via Banjarmasin (Sby-Bnt-Tg) (Rp.)	Trucking vs Tongkang (Rp.)	(%)
Trailer 40 FT	30	103	6.879.000.000	4.429.000.000	64,38
Tronton	28	110	4.768.500.000	2.318.500.000	48,62
Fuso Long	15	205	6.998.000.000	4.548.000.000	64,99
Fuso Standar	10	308	10.230.125.000	7.780.125.000	76,05
Kontainer 20 FT	20	155	3.600.875.000	1.150.875.000	31,96
Kontainer 21 FT	20	155	3.972.125.000	1.522.125.000	38,32
Kontainer 40 FT/HC	25	124	4.525.800.000	2.075.800.000	45,87
Kapal Tongkang	3069	1	2.450.000.000	2.450.000.000	0



Gambar 5. Selisih Biaya *Trucking* dan *Joint Shipment Multiple Project*

4. SIMPULAN

Dari hasil analisis data, total biaya pengiriman menggunakan *trucking* adalah Rp.40.974.000.000,00. Nilai ini merupakan akumulasi dari beberapa jenis kendaraan seperti fuso long, fuso standar, berbagai ukuran kontainer, *trailer*, hingga tronton. Biaya pengiriman menggunakan kapal tongkang *Joint Shipment Multiple Project* sebesar Rp 2.450.000.000,00.

Durasi pengiriman metode *trucking* dengan kapasitas material 3.069 ton, menggunakan *trailer* 40FT rata-rata 7,30 hari, Fuso Long rata-rata 7,31 hari, tronton rata-rata 7,45 hari, kontainer 40FT/HC rata-rata 7,45 hari, kontainer 20FT rata-rata 7,66 hari, Fuso Standar rata-rata 7,71 hari, kontainer 21FT rata-rata 7,90 hari (I Gede Putu Warka , Zaedar Gazalba, 2023), sedangkan waktu pengiriman metode *Joint Shipment Multiple Project* menggunakan kapal tongkang 19,5 hari.

Pengiriman metode *Joint Shipment Multiple Project* dengan kapal tongkang memiliki efisiensi sebesar 31,96% - 76,05% untuk satu trip perjalanan, yang berarti metode ini memberikan dampak signifikan dalam efisiensi dan efektivitas terhadap biaya dan waktu pengiriman karena mampu menurunkan biaya tetap per pengiriman dalam satu trip perjalanan. Hal ini sejalan dengan teori konsolidasi logistik yaitu, penggabungan beberapa muatan ke dalam satu pengiriman dapat mengurangi frekuensi pengiriman dan meningkatkan efisiensi operasional (Ballou R.H., 2004) dan juga pengiriman sekaligus menjadi strategi efektif dalam menekan beban logistik perusahaan (Ismail, 2011).

Dari simpulan mengenai analisis pengiriman material konstruksi dengan metode *trucking* dan *Joint Shipment Multiple Project* terhadap biaya dan waktu, diusulkan beberapa saran yaitu: walaupun *Joint Shipment Multiple Project* menggunakan kapal tongkang lebih efisien dan efektif terhadap biaya dan waktu namun sebaiknya proyek tetap menerapkan metode kombinasi antara *Joint Shipment Multiple Project* dan *trucking*. Hal ini dapat menjadi strategi logistik konstruksi untuk percepatan pengiriman material, karena metode *trucking* tetap memiliki keunggulan dalam fleksibilitas dan akses langsung ke lokasi tujuan yang tidak dapat dijangkau oleh moda laut. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan meneliti lebih lanjut untuk pengiriman material menggunakan metode *trucking* dengan cara mengkombinasikan pada 2 jenis transportasi *trucking* atau lebih.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Angkaleda, dkk. (2025). Faktor Pengaruh Manajemen Material terhadap Kinerja Pelaksanaan pada Proyek Konstruksi (*Factors of Influence of Material Management on Implementation Performance in Construction Projects*). *Research Review Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 4(1).
- Ariadi. (2017). Faktor Kunci Sukses Penerapan Value Engineering (VE) pada Bangunan Gedung di Indonesia. *Rekayasa Sipil*, 6(2), 77–85.
- Arifin, J. (2019). Menguasai Microsoft Excel 2019.
- Chohan, I. M., Ahmad, A., Sallih, N., Bheel, N., Ali, M., & Deifalla, A. F. (2023). A Review on

- Life Cycle Assessment of Different Pipeline Materials. *Results in Engineering*, 19 (May), 101325. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2023.101325>
- Fakhrurrozi. (2017). Penanganan, Pengaturan dan Pengamatan Muatan Kapal.
- Falahah S.Si M.T. (2023). *Algoritma dan Pemrograman: Implementasi dengan Python pada Google Colab* (Nita N.M., Ed.). PT Remaja Rosdakarya.
- Febrian Putri, A., Sasi Kirana, A., Putri Permata Sari, B., Ayu Agustian, S., & Purwaningrum, T. (2025). Optimalisasi Biaya Distribusi Bangunan CV Sari Gunung dengan Metode Transportasi. *PENG: Jurnal Ekonomi Dan Manajemen*, 2(2), 2659–2666. <https://doi.org/10.62710/3m1vw314>
- Girsang, H., & Chamami, I. (2024). Kendali Mutu Produksi Concrete Tunnel Segment Berbasis Metode Six Sigma Proyek Pembangunan Mass Rapid Transit. *Jurnal Teknik Sipil*, 20(1), 43–62. <https://doi.org/10.28932/jts.v20i1.6391>
- Girsang, H., Lutfiansyah, Y., & Rochmad, I. (2025). The Influence of the Material Specification Plan of Gas Transmission Pipeline Construction on Cost Performance. *Rekayasa Sipil*, 19(3), 356–362. <https://doi.org/10.21776/ub.rekayasasipil.2025.019.03.12>
- Hardina, N. (2022). Manajemen Rantai Pasok Material terhadap Keterlambatan Pelaksanaan Proyek Konstruksi Jalan. *Jurnal Ilmiah Teknik Unida*, 3(1), 49–59. <https://doi.org/10.55616/jitu.v3i1.210>
- I Gede Putu Warka , Zaedar Gazalba, Handayani, T. (2023). Analisis Waktu dan Biaya Berdasarkan Analisa Produktivitas Tenaga Kerja pada Pembangunan Puskesmas Meninting Kabupaten Lombok Barat, *Ganec Swara*, 17(1), 131–144. <http://journal.unmasmataram.ac.id/index.php/GARA>
- Iman, S. (1995). Manajemen Proyek.
- Lee, C., & Won, J. (2021). Analysis of Construction Productivity based on Construction Duration per Floor and per Gross Area, with Identification of Influential Factors. *Journal of Civil Engineering and Management*, 27(3), 203–216. <https://doi.org/10.3846/jcem.2021.14514>
- Lidya, V. N., Ophiandri, T., & Hidayat, B. (2024). Identifikasi Faktor Penting dalam Manajemen Material Pelaksanaan Pekerjaan Konstruksi Jalan. *Ranah Research: Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 6(6), 2300–2309. <https://doi.org/10.38035/rrj.v6i6.1123>
- Martopo, A., & Soegiyanto. (2009). Penanganan Muatan.
- Miln Bruantama, D., & Pontan, D. (2023). Identifikasi Waste Material an Faktor Penyebab Timbulnya Pada Proyek Konstruksi Identification of Waste Material Factors in Building Construction Projects. *Jurnal Rekayasa Lingkungan Terbangun Berkelanjutan*, 01(02), 396–401.
- Pamuji, R., & Widyatami, F. S. (2022). Traffic Management and Engineering Works for Halim LRT-HSR Integration Station In Jakarta-Cikampek Toll Road Segment Km.1+280 to 1+420. *Jurnal Teknik Sipil*, 18(1), 87–105. <https://doi.org/10.28932/jts.v18i1.4382>
- Prasetyo, D. F., & Girsang, H. (2025). Analisis Kinerja Biaya dan Waktu Pelaksanaan Erection Girder dengan Metode Crane dan Launcher. *Borneo Engineering*, 9(2), 19. <https://doi.org/https://doi.org/10.35334/be.v9i2.67>
- Renaldi, D., & Edy. (2024). *Menjelajahi Bahasa Python dengan Google Colab* (Guepedia/Ag, Ed.). Guepedia.
- Ma'rifat, R.A., I Made Suraharta, I.M. (2024). Efisiensi Pengadaan Material untuk Meminimalisasi Limbah Konstruksi Menggunakan Pemodelan Persamaan Struktural. *Syntax Idea*, 2(3), 306–312. <https://jurnal.syntax-idea.co.id/index.php/syntax-idea/article/view/1798>
- Rizki, R. F., & Farida, I. (2024). Probabilitas Pemilihan Angkutan Umum Bus dan Kereta Api. *Jurnal Teknik Sipil*, 20(2), 318–334. <https://doi.org/10.28932/jts.v20i2.7312>

- Simatupang, J. . (2015). Pengaruh Percepatan Durasi Terhadap Waktu pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus Pembangunan Persekolahan Eben Haezar Manado). *Jurnal Sipil Statik*, 281–291.
- Solomon, M. D., Heineken, W., Scheffler, M., & Birth-Reichert, T. (2024). Cost Optimization of Compressed Hydrogen Gas Transport via Trucks and Pipelines. *Energy Technology*, 12(1). <https://doi.org/10.1002/ente.202300785>
- Soplanit, P. P. G., Dundu, A. K. T., & Mangare, J. B. (2019). Optimasi Biaya Distribusi Material dengan Kombinasi Metode Nwc (North West Corner) dan Modi (Modified Distribution) pada Proyek Pembangunan Jembatan di Sulawesi Utara. *Jurnal Sipil Statik*, 7(12), 1633–1640.
- Wahyudi, M. R., & Boer, A. (2019). Tingkat Efisiensi Biaya Pekerjaan Bekisting Struktur Core Wall Menggunakan Metode Semi Sistem dan Climbing System terhadap Metode Konvensional (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Menara Bank Rakyat Indonesia Pekanbaru). *Jurnal Saintis*, 19(02), 51. [https://doi.org/10.25299/saintis.2019.vol19\(02\).3917](https://doi.org/10.25299/saintis.2019.vol19(02).3917)
- Wulandari, L. D. (2023). Perencanaan Logistik Konstruksi: Studi Literatur. *CRANE: Civil Engineering Research Journal*, 4(1), 15–22. <https://doi.org/10.34010/crane.v4i1.9739>
- Yani, A. (2021). Minimalisasi Biaya Logistik pada Proses Distribusi dengan Pendekatan Joint Shipment Model. 15(1), 1–19.