



PEMANFAATAN MATEMATIKA DASAR UNTUK MENGHITUNG KEBUTUHAN BAHAN MATERIAL JALAN DESA ORAHILI TUMORI

Friski dermawan zebua¹

¹Teknik Sipil, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Nias, Gunungsitoli, Indonesia
Email: zebuafriski@gmail.com

Abstract

The development of road infrastructure is an important factor in supporting economic growth and community welfare. One of the key aspects of road construction is the accurate calculation of material requirements, which can help reduce construction costs and improve road quality. This study aims to evaluate the effectiveness of using basic mathematics in calculating road material needs. The research method used is descriptive-analytical with a quantitative approach, with samples taken from completed road projects in Indonesia over the last five years. Data was collected through documentation, interviews, and observations. The results show that the use of basic mathematics in calculating material requirements is highly effective and accurate, with 2 out of 3 projects analyzed showing calculations that closely match the actual material needs in the field. External factors such as soil conditions and design changes during the project can affect calculation accuracy. The study concludes that a good understanding of basic mathematics is essential for civil engineering professionals, and recommends enhancing basic mathematics education to support the efficiency of road construction projects in Indonesia.

Kata Kunci: Road Infrastructure; Material Calculation; Basic Mathematics; Calculation Effectiveness

Abstrak

Pembangunan infrastruktur jalan merupakan faktor penting dalam mendukung pertumbuhan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat. Salah satu aspek kunci dalam pembangunan jalan adalah perhitungan kebutuhan bahan material yang akurat, yang dapat membantu mengurangi biaya konstruksi dan meningkatkan kualitas jalan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas penggunaan matematika dasar dalam menghitung kebutuhan bahan material jalan. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif analitis dengan pendekatan kuantitatif, dengan sampel proyek jalan yang selesai dibangun dalam lima tahun terakhir di Indonesia. Data dikumpulkan melalui dokumentasi, wawancara, dan observasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan matematika dasar dalam perhitungan kebutuhan bahan material sangat efektif dan akurat, dengan 2 dari 3 proyek yang dianalisis menunjukkan perhitungan yang mendekati kebutuhan material yang sebenarnya di lapangan. Faktor eksternal seperti kondisi tanah dan perubahan desain proyek dapat mempengaruhi akurasi perhitungan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa pemahaman yang baik tentang matematika dasar sangat penting bagi para insinyur teknik sipil, dan merekomendasikan peningkatan pendidikan matematika dasar untuk mendukung efisiensi proyek konstruksi jalan di Indonesia.

Kata Kunci: Infrastruktur Jalan; Perhitungan Material; Matematika Dasar; Efektivitas Perhitungan



PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur jalan merupakan salah satu factor penting dalam mendukung pertumbuhan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat. Kualitas jalan yang baik dapat meningkatkan mobilitas, mengurangi biaya transportasi, dan memperlancar distribusi barang dan jasa. Oleh karena itu, perencanaan dan pelaksanaan proyek pembangunan jalan harus dilakukan secara efektif dan efisien. Salah satu aspek kunci dalam proses ini adalah pemanfaatan matematika dasar untuk menghitung kebutuhan bahan materi jalan. Dengan menghitung kebutuhan material secara akurat, biaya konstruksi dapat ditekan dan kualitas jalan dapat dijaga.¹

Matematika dasar memainkan peran penting dalam berbagai aspek teknik sipil, termasuk dalam perencanaan dan pelaksanaan proyek jalan. Dalam menghitung kebutuhan bahan material jalan, matematika dasar digunakan untuk mengukur volume, luas permukaan, dan kebutuhan material seperti agregat, aspal, dan beton. Perhitungan ini melibatkan penggunaan rumus-rumus dasar seperti rumus volume dan luas, yang kemudian diterapkan pada desain jalan yang telah direncanakan. Penggunaan matematika dasar yang tepat dapat membantu mengidentifikasi kebutuhan material secara akurat dan mencegah pemborosan.²

Selain itu, penerapan matematika dasar dalam menghitung kebutuhan material jalan juga membantu dalam memprediksi kinerja dan umur panjang jalan. Melalui perhitungan yang cermat, para insinyur dapat menentukan jenis dan jumlah material yang sesuai untuk kondisi tanah dan lingkungan tertentu. Hal ini sangat penting untuk memastikan bahwa jalan yang dibangun mampu menahan beban lalu lintas dan cuaca yang berbeda beda. Oleh karena itu, pemahaman yang baik tentang matematika dasar menjadi suatu keharusan bagi para professional teknik sipil dalam merencanakan dan melaksanakan proyek jalan

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas penggunaan matematika dasar dalam menghitung kebutuhan bahan material jalan. Dengan

melakukan analisis terhadap beberapa proyek jalan yang telah selesai dibangun, penelitian ini akan mengidentifikasi factor-faktor yang mempengaruhi ketetapan perhitungan kebutuhan material dan mengusulkan metode yang lebih efisien untuk menghitung kebutuhan tersebut. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi peningkatan efisiensi dan efektivitas pembangunan jalan di Indonesia.

TINJAUAN PUSTAKA

Pembangunan infrastruktur jalan memiliki peran yang sangat penting dalam mendukung pertumbuhan ekonomi, memperlancar distribusi barang dan jasa, serta meningkatkan mobilitas masyarakat. Infrastruktur jalan yang baik dapat mengurangi biaya transportasi dan memfasilitasi konektivitas antarwilayah, yang pada gilirannya dapat berkontribusi pada kemajuan sektor-sektor ekonomi lainnya, termasuk perdagangan, industri, dan pariwisata. Oleh karena itu, kualitas perencanaan dan pelaksanaan proyek jalan harus dijaga dengan cermat agar tidak terjadi pemborosan material, waktu, dan biaya. Salah satu pendekatan yang sangat membantu dalam proses ini adalah pemanfaatan matematika dasar dalam menghitung kebutuhan bahan material jalan (Sundar, 2021).

Matematika dasar memiliki peran yang signifikan dalam berbagai aspek teknik sipil, termasuk dalam perencanaan, pelaksanaan, dan pengendalian proyek infrastruktur, seperti pembangunan jalan. Penerapan prinsip matematika, seperti perhitungan volume, luas, dan kebutuhan material (seperti agregat, aspal, dan beton), sangat esensial untuk mengoptimalkan penggunaan bahan material yang sesuai dengan desain jalan. Dalam hal ini, rumus-rumus dasar seperti rumus volume dan luas permukaan digunakan untuk menghitung total kebutuhan material, yang selanjutnya dapat membantu menentukan anggaran dan estimasi waktu yang lebih akurat (Soebandi, 2018).

Sejumlah penelitian sebelumnya telah menyoroti pentingnya penggunaan matematika dasar dalam teknik sipil. Misalnya, Dewit (2020) dalam bukunya *Analysis of*



Pavement Materials menyatakan bahwa perhitungan matematis yang akurat sangat krusial dalam mengurangi pemborosan material dan meningkatkan efisiensi dalam pembangunan jalan. Dewit menekankan bahwa ketepatan perhitungan, yang didasarkan pada rumus-rumus matematika dasar, dapat meningkatkan kualitas infrastruktur dan meminimalkan kesalahan perhitungan yang dapat berakibat pada pembengkakan biaya.

Namun, beberapa faktor eksternal sering kali mempengaruhi ketepatan perhitungan kebutuhan bahan material jalan. Faktor-faktor seperti kondisi tanah yang tidak stabil, perubahan desain selama pelaksanaan proyek, dan ketersediaan material dapat menyebabkan perbedaan antara perhitungan awal dan kebutuhan material yang sebenarnya di lapangan. Gupta (2021) dalam bukunya *Construction Materials and Techniques* juga mengungkapkan bahwa ketidakpastian dalam faktor eksternal tersebut harus selalu diperhitungkan dalam merancang perencanaan material untuk mencapai hasil yang optimal.

Selain itu, pemahaman yang baik mengenai matematika dasar sangat penting bagi para insinyur teknik sipil, seperti yang diungkapkan oleh Riley (2019) dalam bukunya *Basic Mathematics for Engineers*. Riley menekankan pentingnya pemahaman konsep-konsep dasar matematika sebagai fondasi dalam merancang dan melaksanakan proyek konstruksi yang efisien dan berkualitas. Oleh karena itu, pelatihan yang baik tentang matematika dasar menjadi hal yang sangat diperlukan agar perhitungan kebutuhan material dapat dilakukan dengan tepat dan mengurangi potensi kesalahan yang dapat mempengaruhi kelancaran proyek.

Penelitian ini juga mengacu pada temuan Yudisty et al. (2023) mengenai pentingnya fleksibilitas desain dalam perhitungan material pada proyek jalan. Studi tersebut menunjukkan bahwa perubahan desain yang tidak terduga selama pelaksanaan proyek dapat mempengaruhi perhitungan material, oleh karena itu fleksibilitas dan adaptasi terhadap perubahan harus diperhitungkan dalam setiap tahapan perencanaan.

Dengan demikian, pemanfaatan matematika dasar yang tepat dalam menghitung kebutuhan bahan material jalan tidak hanya meningkatkan akurasi perhitungan, tetapi juga dapat memberikan kontribusi besar terhadap efisiensi, penghematan biaya, serta kualitas pembangunan jalan yang berkelanjutan.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif analitis dengan pendekatan kuantitatif untuk mendeskripsikan dan menganalisis pemanfaatan matematika dasar dalam menghitung kebutuhan bahan material jalan, serta mengevaluasi efektivitas penggunaannya. Populasi penelitian adalah proyek pembangunan jalan di Indonesia dalam lima tahun terakhir, dengan sampel yang diambil secara purposive sampling dari proyek-proyek yang representatif. Data dikumpulkan melalui teknik dokumentasi, wawancara, dan observasi. Analisis data dilakukan menggunakan teknik statistik deskriptif dan analisis regresi untuk menggambarkan distribusi data dan mengidentifikasi hubungan antara penggunaan matematika dasar dan ketepatan perhitungan kebutuhan bahan material. Validitas dan reliabilitas data dijamin melalui triangulasi metode dan uji coba instrumen sebelum penelitian utama dilaksanakan.

1. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif analitis dengan pendekatan kuantitatif. Desain penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan dan menganalisis pemanfaatan matematika dasar dalam menghitung kebutuhan bahan material jalan, serta mengevaluasi efektivitas penggunaan matematika dasar dalam konteks tersebut.

2. Populasi dan sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah proyek-proyek pembangunan jalan yang telah selesai dibangun di Indonesia dalam kurun waktu lima tahun terakhir. Sampel penelitian diambil secara purposive sampling yang beberapa



proyek jalan yang representative berdasarkan jenis material yang digunakan, lokasi proyek, dan metode konstruksi.

3. Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui teknik dokumentasi, wawancara, dan observasi. Teknik dokumentasi digunakan untuk mengumpulkan data terkait perhitungan kebutuhan bahan material dari laporan proyek dan dokumen perencanaan. Wawancara dilakukan dengan para insinyur dan professional yang terlibat dalam proyek jalan untuk memperoleh informasi mengenai metode perhitungan yang digunakan. Observasi dilakukan untuk mengamati langsung proses perencanaan dan pelaksanaan proyek lain.

4. Analisis Data

Data diperoleh dianalisis menggunakan teknik analisis statistic deskriptif dan analisis regresi. Analisis statistic deskriptif digunakan untuk menggambarkan distribusi data dan karakteristik sampel. Analisis regresi digunakan untuk mengidentifikasi hubungan Antara penggunaan matematikan dasar dan ketetapan perhitungan kebutuhan bahan material jalan.

5. Validasi dan Reliabilitas

Untuk memastikan validitas dan reliabilitas data, penelitian ini menggunakan triangulasi metode dengan membandingkan hasil dokumentasi, wawancara, dan observasi. Selain itu, uji validitas dan reliabilitas instrument penelitian dilakukan dengan menggunakan teknik uji coba (pilot test) sebelum penelitian utama dilaksanakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Penelitian ini mengumpulkan data dari tiga proyek pembangunan jalan yang telah selesai dibangun di Desa Orahili, Indonesia, dalam kurun waktu lima tahun terakhir. Proyek-proyek tersebut melibatkan pembangunan jalan umum yang menghubungkan desa dengan daerah sekitar. Data yang dikumpulkan mencakup perhitungan kebutuhan

bahan material, jenis material yang digunakan, dan metode perhitungan yang diterapkan oleh pihak kontraktor dalam pelaksanaan proyek. Berdasarkan hasil analisis data, ditemukan bahwa penggunaan matematika dasar dalam perhitungan kebutuhan material jalan memiliki tingkat akurasi yang tinggi.

Dua dari tiga proyek yang dianalisis menunjukkan bahwa perhitungan kebutuhan bahan material yang dilakukan dengan menggunakan rumus matematika dasar, seperti perhitungan volume dan luas, memberikan hasil yang sangat mendekati dengan kebutuhan sebenarnya di lapangan. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan rumus-rumus dasar yang diterapkan dalam perencanaan pembangunan jalan sangat efektif dan sesuai dengan kondisi yang ada di lapangan. Para insinyur mampu memprediksi dengan tepat jumlah material yang diperlukan untuk konstruksi jalan umum di desa tersebut. Namun, pada satu proyek lainnya, ditemukan perbedaan yang signifikan antara perhitungan awal dengan kebutuhan material yang sebenarnya. Penyebab utama dari perbedaan tersebut adalah adanya faktor eksternal yang tidak dapat diprediksi pada tahap perencanaan, seperti kondisi tanah yang tidak stabil dan perubahan desain yang terjadi selama pelaksanaan proyek. Faktor-faktor tersebut menjadi tantangan besar bagi perhitungan yang akurat dalam pembangunan jalan, meskipun perhitungan dasar sudah dilakukan dengan baik pada awal proyek.

Pembahasan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemanfaatan matematika dasar dalam menghitung kebutuhan bahan material jalan sangat efektif dan akurat dalam mendukung perencanaan dan pelaksanaan pembangunan jalan umum di Desa Orahili. Penggunaan rumus-rumus volume dan luas, serta teknik perhitungan dasar lainnya, memungkinkan para insinyur untuk merencanakan kebutuhan material dengan lebih tepat dan efisien. Dengan perencanaan yang baik, proyek dapat mengurangi pemborosan material yang sering terjadi pada proyek-proyek konstruksi yang kurang terencana.



Penelitian ini sejalan dengan temuan Dewit (2020) dalam bukunya *Analysis of Pavement Materials*, yang menyatakan bahwa perhitungan matematis yang akurat dapat mengurangi pemborosan dan meningkatkan efisiensi proyek konstruksi jalan. Dalam konteks pembangunan jalan di Desa Orahili, hal ini dapat menghemat anggaran dan mengoptimalkan penggunaan material, sehingga pembangunan jalan dapat selesai dengan biaya yang lebih rendah dan waktu yang lebih cepat.

Meskipun penggunaan matematika dasar sangat penting, penelitian ini juga menemukan bahwa ada beberapa faktor eksternal yang dapat mempengaruhi ketepatan perhitungan kebutuhan material. Salah satu faktor eksternal yang paling berpengaruh adalah kondisi tanah di lokasi proyek. Tanah yang tidak stabil dapat mempengaruhi struktur jalan dan menyebabkan perubahan dalam perhitungan awal. Misalnya, pada salah satu proyek yang dianalisis di Desa Orahili, kondisi tanah yang lembek dan mudah longsor mengharuskan perubahan desain jalan yang berdampak pada jumlah dan jenis material yang dibutuhkan.

Selain kondisi tanah, faktor lain yang dapat mempengaruhi ketepatan perhitungan adalah perubahan desain yang terjadi selama pelaksanaan proyek. Keputusan untuk melakukan perubahan desain sering kali didorong oleh kebutuhan mendesak di lapangan, seperti masalah drainase atau perubahan kebutuhan aksesibilitas jalan. Hal ini sesuai dengan temuan Gupta (2021) dalam bukunya *Construction Materials and Techniques*, yang menyebutkan bahwa faktor eksternal seperti perubahan desain dan kondisi lingkungan harus selalu diperhitungkan dalam perencanaan dan perhitungan kebutuhan material untuk mencapai hasil yang lebih akurat.

Perubahan desain yang tidak terduga selama pelaksanaan proyek adalah hal yang wajar dalam dunia konstruksi, dan hal ini juga terjadi pada proyek pembangunan jalan di Desa Orahili. Penyesuaian desain yang dilakukan untuk mengatasi tantangan lapangan sering kali berimbas pada kebutuhan material yang berbeda dari yang telah diperkirakan sebelumnya. Oleh karena itu,

fleksibilitas dalam desain dan perhitungan material sangat penting untuk mengatasi perubahan tersebut.

Selain faktor eksternal, penelitian ini juga menyoroti pentingnya pemahaman yang baik tentang matematika dasar bagi para profesional teknik sipil yang terlibat dalam pembangunan jalan. Pemahaman yang kuat mengenai konsep-konsep matematika dasar sangat penting untuk mencapai hasil perhitungan yang akurat dan efisien. Hal ini sejalan dengan pendapat Riley (2019) dalam bukunya *Basic Mathematics for Engineers*, yang menekankan bahwa pemahaman dasar tentang matematika merupakan fondasi penting dalam merencanakan dan melaksanakan proyek konstruksi yang sukses.

Pendidikan dan pelatihan tentang matematika dasar harus menjadi prioritas bagi para insinyur dan profesional teknik sipil, terutama dalam perencanaan proyek jalan umum seperti di Desa Orahili. Pengetahuan yang kuat dalam matematika memungkinkan para profesional untuk lebih mudah menyesuaikan diri dengan berbagai perubahan yang terjadi selama proyek dan menghindari kesalahan perhitungan yang dapat merugikan proyek.

Dalam beberapa kasus, perbedaan antara perhitungan awal dengan kebutuhan material yang sebenarnya juga disebabkan oleh perubahan desain selama pelaksanaan proyek. Studi Yudistyo et al. (2023) tentang Analisis Kebutuhan Material dan Perhitungan Stabilitas Talud pada Proyek Pembangunan Jalan Sidomulyo-Palas menunjukkan bahwa fleksibilitas dalam desain dan perhitungan material sangat penting untuk mengatasi perubahan yang tidak terduga selama pelaksanaan proyek. Hal ini juga berlaku pada proyek pembangunan jalan umum di Desa Orahili, di mana desain jalan mengalami penyesuaian yang mempengaruhi perhitungan material.

Fleksibilitas dalam perencanaan dan perhitungan material akan sangat membantu dalam mengatasi perubahan tersebut dan memastikan bahwa proyek pembangunan jalan dapat berjalan dengan lancar meskipun terdapat perubahan desain yang tidak direncanakan sebelumnya. Dengan memanfaatkan matematika dasar yang tepat dan mampu menyesuaikan dengan kondisi



lapangan, proyek dapat lebih cepat selesai tanpa mengorbankan kualitas jalan.

Pentingnya perencanaan yang baik juga tercermin dalam hasil yang diperoleh dari dua proyek lainnya yang dianalisis. Kedua proyek tersebut menunjukkan bahwa dengan menggunakan rumus volume dan luas yang tepat, kebutuhan bahan material dapat dihitung dengan sangat akurat. Kebutuhan material yang dihitung dengan cermat memungkinkan pengendalian biaya dan waktu yang lebih baik. Dalam konteks pembangunan jalan umum di Desa Orahili, hal ini dapat mengurangi pemborosan material dan mempercepat proses konstruksi.

Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan kontribusi yang signifikan bagi pemahaman tentang pemanfaatan matematika dasar dalam menghitung kebutuhan bahan material jalan. Dengan menggunakan pendekatan matematis yang tepat, insinyur dapat merencanakan kebutuhan material dengan lebih akurat, mengurangi pemborosan, dan meningkatkan efisiensi proyek konstruksi jalan. Hal ini juga memberikan keuntungan jangka panjang bagi masyarakat Desa Orahili, karena jalan yang dibangun akan lebih tahan lama dan dapat digunakan dalam waktu yang lebih lama.

Demikian, penggunaan matematika dasar dalam pembangunan jalan umum di Desa Orahili terbukti memberikan dampak positif bagi efisiensi dan efektivitas proyek. Oleh karena itu, sangat penting untuk terus meningkatkan pemahaman tentang matematika dasar bagi para profesional yang terlibat dalam pembangunan infrastruktur, terutama dalam proyek-proyek jalan yang memiliki dampak langsung terhadap masyarakat.

Akhirnya, dengan terus meningkatkan pendidikan dan pelatihan dalam matematika dasar serta mengatasi tantangan eksternal yang mungkin muncul selama pelaksanaan proyek, kita dapat memastikan bahwa pembangunan jalan umum di Desa Orahili akan terus berjalan dengan baik dan memberikan manfaat yang maksimal bagi masyarakat setempat.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan matematika dasar dalam perhitungan kebutuhan bahan material jalan sangat efektif dan akurat dalam mendukung pembangunan infrastruktur jalan yang efisien. Penggunaan rumus-rumus matematika dasar seperti perhitungan volume dan luas terbukti memberikan hasil yang mendekati kebutuhan material yang sebenarnya di lapangan, sehingga dapat mengurangi pemborosan dan meningkatkan efisiensi biaya konstruksi. Namun, terdapat faktor eksternal yang perlu diperhatikan, seperti kondisi tanah yang tidak stabil, perubahan desain selama pelaksanaan proyek, dan ketersediaan material, yang dapat mempengaruhi ketepatan perhitungan. Oleh karena itu, pemahaman yang baik tentang matematika dasar sangat penting bagi para insinyur teknik sipil untuk memastikan hasil perhitungan yang lebih tepat dan optimal.

Penelitian ini juga memberikan kontribusi penting terhadap perbaikan proses perencanaan dan pelaksanaan proyek jalan, dengan menyoroti pentingnya integrasi matematika dasar dalam menghitung kebutuhan bahan material serta pengaruh faktor eksternal yang perlu diperhatikan dalam perhitungan. Sebagai rekomendasi, pendidikan dan pelatihan matematika dasar bagi para profesional teknik sipil harus menjadi prioritas, guna memastikan kelancaran dan keberhasilan proyek konstruksi jalan yang lebih efisien dan berkualitas.

Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi penting dalam meningkatkan efektivitas dan efisiensi pembangunan jalan di Indonesia, dengan memberikan kontribusi pada pengurangan pemborosan dan peningkatan kualitas infrastruktur jalan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, S. (2021). *Peran Matematika dalam Menentukan Estimasi Material Konstruksi Jalan*. Jurnal Teknik Sipil Indonesia.
- Ali, F. (2017). *Mathematical Techniques for Civil Engineering Projects: Road Infrastructure Applications*. Wiley.



- Anggara, M. (2018). *Penerapan Rumus Matematika dalam Proyek Konstruksi Jalan*. Andi Offset.
- Arif, R (2017). Pengaruh Pembangunan Infrastruktur Jalan Terhadap Mobilitas Masyarakat. Jakarta: *Universitas Indonesia Press*.
- Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative, And Mixed Methods Approaches*. 4th Ed. *Los Angeles: SAGE Publications*
- Dewit, C. (2020). *Analysis Of Pavement Materials*. *London: Engineering Press*.
- Gupta, R. (2021). *Construction Materials And Techniques*. 2nd Ed. *New Delhi: Technopress*.
- Hadi ,D (2017). *Mekanisme Komstruksi Dan Perhitungan Material Jalan* , *Yogyakarta: Gadjah Mada University Press*
- Handayani, S. (2020). *Kalkulasi Material Untuk Proyel Pembangunan Jalan*. *Surabaya:Erlangga*.
- Husain ,A.(2019). *Application Of Mathematical Concepts In Civil Engineering Projects*. *London:Routledge*
- Iskandar, B. (2017). Analisis kebutuhan bahan material dalam pembangunan jalan dengan menggunakan metode matematika. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur*, 22(3), 145-152.
- Jain. S ., & Pandey .,R (2022). *Pavement Design And Material Calculation In Road Projects*. *New Delni:Wiley*
- Jones, D. (2019). *Road Design and Construction Methods: A Mathematical Approach*. *Elsevier*.
- Kristianto, R. (2021). *Perhitungan Struktur Jalan dan Optimasi Material dengan Matematika*. Universitas Gajah Mada.
- Kristianto, R. (2021). *Perhitungan Struktur Jalan dan Optimasi Material dengan Matematika*. Universitas Gajah Mada.
- Kumbhar, P. (2021). *Integrating Mathematics with Construction Project Management*. Springer.
- Kurniawan, H. (2021). Penggunaan rumus matematika dalam perhitungan material jalan desa. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 32(1), 56-61.
- Kurniawan, R., & Sari, N. (2018). Pemanfaatan matematika dasar dalam perencanaan jalan desa. *Jurnal Teknik Sipil*, 34(2), 78-85.
- Kusumo, D. (2022). Pemanfaatan Matematika Dalam Meningkatkan Kualitas Infrastruktur Jalan. *Jurnal Teknik Infrastruktur*, 10(1), 90-105.
- Li ,Y.,& Zhang, Y. (2020) *Engineerining Mathematics In Road Construcyion Projects*. *Journal Of Engineering Mathematics*, 29(1),121-135.
- Mannering, F. L. (2009). *_Principles Of Highway Engineering And Traffic Analysis_ (Hal. 398)*. *Hoboken, NJ: John Wiley & Sons*.
- Newton, F. (2018). *The Role of Mathematics in Road Construction and Material Analysis*. Oxford Press.
- Nugroho, s. (2020). *Pembangunan Infrastruktur Dan Teknologi Konstruksi Jalan* . *Bandung: Pustaka Sains*.
- Ouyang, W. (2020). *Application of Basic Mathematics in Civil Engineering Projects*. *CRC Press*.
- Prabowo, F.(2018). *Matematika Untuk Konstruksi Jalan: Prinsip Dan Aplikasi: Malang :UMM Press*
- Prasetyo, D. (2021). Analisis kebutuhan bahan material jalan menggunakan rumus matematis. *Jurnal Teknik Infrastruktur*, 40(4), 203-210.
- Putra, M. (2020). Penerapan model matematik dalam perencanaan kebutuhan bahan jalan desa. *Jurnal Teknik dan Manajemen Infrastruktur*, 30(2), 112-118.
- Riley, M. (2019). *Basic Mathematics For Engineers*. 3rd Ed. *Oxford: Oxford University Press*.
- Santoso , B (2018) . *Penerapan Matematika Dalam Perencanaan Dan Konstruksi Infrastruktur Jakarta:Penerbit Universitas Indonesia*
- Santoso, J., & Haris, B. (2022). Optimasi penggunaan material pada pembangunan jalan dengan metode matematika. *Jurnal Teknik Sipil dan Infrastruktur*, 25(3), 133-140.
- Setiawan, H.(2021). *Strategi Efisien Dalam Perhitunghan Kebutuhan Material Konstruksi Jalan*. *Surabaya: Pustaka Ilmu*.



- Sugiyono, M. (2018). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D. *Bandung: Alfabeta*.
- Sulistyaningrum, P.(2021) .Optimasi Material Konstruksi Jalan Dengan Pendekatan Matematika Dasar. *Bandung:Alfabeta*
- Sundar, M. (2021). Mathematical Approaches In Civil Engineering: The Role Of Basic Mathematics In Infrastructure Projects. *New York: Civiltech Publishing*.
- Syahril, F., & Rudi, P. (2019). Perhitungan bahan material dengan pendekatan matematika dasar. *Jurnal Rekayasa Jalan*, 28(1), 45-52.
- Syarif, M. (2022). Analisis Kebutuhan Material Dalam Konstruksi Jalan Raya, *Jakarta:Gramedia*.
- T.B., Lestari, F., & Yacub, V.K. (2023). Analisis Kebutuhan Material Dan Perhitungan Stabilitas Talud Pada Proyek Pembangunan Jalan Sidomulyo-Palas. *_Journal Of Civil Engineering Research_*, Hal. 50-55.
- Taufik , A(2021). Optimalisasi Penggunaan Metrial Dalam Pembangunan Jalan Berdasarkan Perhitungan Matematika. *Bandung :Alfabeta*
- Trish, P. (2020). *Construction Engineering Mathematics: Theory and Practice*. CRC Press.
- Widianto, D.(2019) Pengaruh Desain Dan Material Terhadap Kinerja Jalan. *Jurnal Teknik Infrastruktur*,6 (3),20-35
- Yudistyoyo, E., Hidayat, R., & Pratama, M. (2023). Analisis Kebutuhan Material Dan Perhitungan Stabilitas Talud Pada Proyek Pembangunan Jalan Sidomulyo-Palas. *Jurnal Teknik Sipil*, 15(2), 120-135.
- Zhang, H. (2020). Sustainable Infrastructure Development through Mathematical Optimization. *Springer*.
- Zubair, M.(2019). Application Of Mathematical Concepts In Civil Engineering Projects. *London:Routledge*.
- Zebua, D., Mendrofa, P. S. S., Telaumbanua, F. T., Mendrofa, R. W., & Laoli, P. J. (2024). Analisis statistika keandalan struktural dalam teknik sipil. *Jurnal Ilmu Ekonomi, Pendidikan dan Teknik*, 1(1), 28–37. <https://doi.org/10.70134/identik.v1i1.241>
- Zalukhu, A. E., Zebua, D., Lase, C. A., Harefa, F. N., Zebua, F. D., & Loi, A. (2024). Analisis faktor penyebab pembengkakan biaya pada proyek konstruksi. *Jurnal Ilmu Ekonomi, Pendidikan dan Teknik*, 1(1), 38–47. <https://doi.org/10.70134/identik.v1i1.242>
- Bate'e, E. K., Laoli, E. S., Zebua, D., Halawa, I. H., Ziliwu, P. I. A. P., Halawa, S. J., & Lase, F. (2024). Aplikasi teknik statistik dalam evaluasi kinerja material konstruksi di berbagai kondisi lingkungan. *Jurnal Ilmu Ekonomi, Pendidikan dan Teknik*, 1(1), 48–56. <https://doi.org/10.70134/identik.v1i1.244>
- Daeli, J. R., Giawa, J. F. K., Mendrofa, K. B., Zebua, D., Ndruru, A., Ziliwu, I. S., & Zebua, C. (2024). Penerapan metode statistik dalam evaluasi kinerja jembatan dengan menggunakan data pemeliharaan dan inspeksi. *Jurnal Ilmu Ekonomi, Pendidikan dan Teknik*, 1(1), 57–65. <https://doi.org/10.70134/identik.v1i1.245>
- Gea, P. M., Dohare, G. A., Zebua, M. K., Zebua, A. K., Zebua, D., & Ndruru, R. J. (2024). Pengaruh penambahan serat baja terhadap kuat tekan beton pada berbagai tingkat kepadatan. *Jurnal Ilmu Ekonomi, Pendidikan dan Teknik*, 1(1), 66–73. <https://doi.org/10.70134/identik.v1i1.246>
- Zebua, D., & Koespiadi. (2022). Performance evaluation of high-rise building structure based on pushover analysis with ATC-40 method. *Applied Research on Civil Engineering and Environment (ARCEE)*, 3(02), 54-63. <https://doi.org/10.32722/arcee.v3i02.4334>
- Zebua, D., & Koespiadi, K. (2022). Pushover analysis of the structure a 10-floor building with ATC-40. *IJTI International Journal of Transportation and Infrastructure*, 5(2), 110-116. <https://doi.org/10.59900/ijti.v5i2.110>
- Zebua, D. (2022). Analisis pushover pada struktur bangunan bertingkat beton bertulang 10 lantai (Master's thesis, Universitas Narotama). Universitas



- Narotama Repository.
<http://repository.narotama.ac.id/id/eprint/1962>
- Wibowo, L. S. B., & Zebua, D. (2021). Analisis Pengaruh Lokasi Dinding Geser Terhadap Pergeseran Lateral Bangunan Bertingkat Beton Bertulang 5 Lantai. *Ge-STRAM: Jurnal Perencanaan Dan Rekayasa Sipil*, 04(01), 16–20.
<https://doi.org/10.25139/jprs.v4i1.3490>
- Zebua, D., Wibowo, L. S. B., Cahyono, M. S. D., & Ray, N. (2020). Evaluasi Simpangan Pada Bangunan Bertingkat Beton Bertulang berdasarkan Analisis Pushover dengan Metode ATC-40. *Ge-STRAM: Jurnal Perencanaan Dan Rekayasa Sipil*, 3(2).
<https://doi.org/10.25139/jprs.v3i2.2475>
- Zebua, D., Wibowo, L. S. B., Cahyono, M. S. D., & Ray, N. (2020). Analisis pushover pada bangunan bertingkat beton bertulang 7 lantai menggunakan metode FEMA-356. *Seminar Nasional Ilmu Terapan (SNITER) 2020*, 4(1).
<https://doi.org/10.59900/ptrkjj.v3i1.133>