



Penerapan Rekayasa Nilai dengan Metode *Zero-One* pada Pekerjaan Struktur Jembatan (Studi Kasus: Proyek *Bridge and Road at East Access PT Indah Kiat Karawang*)

Oktaviona Dwi Setiyanti, Muji Rifa'i*, Fajar Sri Handayani

Universitas Sebelas Maret

Abstrak: Dalam sebuah bangunan, elemen-elemen tertentu membutuhkan biaya yang lebih tinggi dibandingkan dengan elemen lainnya. Anggaran Biaya merupakan salah satu pendekatan untuk mendapatkan anggaran yang paling ekonomis dengan tetap mematuhi peraturan dan standar yang berlaku. Salah satu alternatif untuk mendapatkan anggaran yang paling ekonomis dengan tetap mematuhi peraturan dan standar yang berlaku adalah rekayasa nilai, yang melibatkan penghilangan biaya dan upaya yang tidak perlu atau tidak berkontribusi, sehingga mengurangi biaya proyek secara keseluruhan dengan tetap mempertahankan nilai dan kualitasnya. Penelitian ini menggunakan metode Rencana Kerja Rekayasa Nilai dimana pada tahap pengembangan digunakan metode *zero-one* dan menghasilkan penghematan sebesar Rp 15.776.963.332 atau sekitar 20% dari keseluruhan biaya proyek yang sebesar Rp 105.525.136.779, sehingga dihasilkan biaya proyek setelah dilakukan analisa *value engineering* sebesar Rp 89.748.173.447.

Kata kunci: Rekayasa Nilai, *Zero-One*, Jembatan, Pondasi, *Spun Pile*, *Silicafume*, Beton, *Fly Ash*.

DOI:

<https://doi.org/10.47134/scbmej.v1i4.3110>

*Correspondence: Muji Rifa'i

Email: mujirifai@staff.uns.ac.id

Received: 01-08-2024

Accepted: 15-09-2024

Published: 31-10-2024



Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstract: In a building, certain elements incur higher costs compared to others. Budgeting is one approach to achieving the most economical budget while adhering to applicable regulations and standards. One alternative to obtain the most economical budget while complying with regulations and standards is value engineering, which involves eliminating unnecessary or non-contributory costs and efforts, thereby reducing overall project costs while maintaining value and quality. This study employs the Value Engineering Job Plan method, using the *zero-one* method in the development stage, resulting in savings of IDR 15,776,963,332, or about 20% of the total project cost of IDR 105,525,136,779, thus resulting in a project cost after value engineering analysis of IDR 89,748,173,447.

Keywords: Value Engineering, *Zero-One*, Bridge, Foundation, *Spun Pile*, *Silicafume*, Concrete, *Fly Ash*

Pendahuluan

Biaya (*Money*) merupakan salah satu unsur penting dalam manajemen proyek yang perlu diperhatikan sebagai nilai terlaksananya sebuah konstruksi. Untuk menentukan besarnya biaya yang dibutuhkan dalam melaksanakan sebuah proyek konstruksi, maka diperlukan sebuah Rencana Anggaran Biaya atau biasa disebut RAB. Dalam proses pembangunan proyek konstruksi, Rencana Anggaran Biaya (RAB) disusun setelah perhitungan rencana konstruksi bangunan. Tujuan dari penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB) proyek adalah untuk mencapai perencanaan yang optimal dan efisien, memastikan kualitas yang baik dan tetap memenuhi standar yang berlaku. Dalam sebuah bangunan, elemen-elemen tertentu membutuhkan biaya yang lebih tinggi dibandingkan dengan elemen lainnya. Anggaran proyek, terutama dalam kasus-kasus yang bernilai besar, secara signifikan dipengaruhi oleh segmen pekerjaan tertentu, di mana biaya dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti bahan, metode pelaksanaan, tenaga kerja, waktu pelaksanaan, dan banyak lagi (Dhingra, 2019; R. Wang, 2019). Namun demikian, elemen-elemen ini masih dapat dioptimalkan melalui evaluasi ulang. Melakukan analisis ulang terhadap Rencana Anggaran Biaya dalam pembangunan infrastruktur merupakan salah satu pendekatan untuk mendapatkan anggaran yang paling ekonomis dengan tetap mematuhi peraturan dan standar yang berlaku (Wu, 2020; Zhou, 2020).

Rekayasa Nilai (*value engineering*) berfungsi sebagai metode untuk mengeksplorasi alternatif atau ide dengan tujuan mencapai biaya yang lebih baik atau lebih rendah dari yang direncanakan, dengan tetap mematuhi batasan fungsional dan kualitas (Puga, 2023; L. Wang, 2023). Pendekatan analisis Rekayasa Nilai menawarkan keuntungan, termasuk evaluasi yang sistematis, teratur, dan terorganisir terhadap pokok bahasan dalam kaitannya dengan fungsi atau kegunaannya, dengan tetap menjaga konsistensi dengan penampilan, kualitas, dan persyaratan pemeliharaan proyek (Camacho, 2021; Liu, 2021). Oleh karena itu, Rekayasa Nilai merupakan pendekatan alternatif dan efektif untuk mencapai penghematan anggaran. Oleh karena itu, direkomendasikan untuk menerapkan Rekayasa Nilai pada proyek pembangunan Jembatan dan Jalan Akses Timur di Indah Kiat Karawang untuk mendapatkan biaya yang lebih baik dibandingkan dengan perencanaan anggaran awal. Proyek yang berlokasi di Kawasan Industri Suryacipta Karawang ini menjadi contoh ilustrasi penerapan rekayasa nilai dalam upaya untuk menghasilkan alternatif-alternatif yang menghasilkan biaya yang lebih menguntungkan, melampaui harga yang direncanakan dengan tetap mempertimbangkan batasan-batasan fungsional dan standar kualitas dalam pembangunan infrastruktur..

Penelitian ini memiliki tujuan untuk menentukan alternatif terbaik yang dapat diterapkan agar biaya menjadi lebih efisien serta menghitung *cost saving* yang didapatkan dari penerapan analisis *Value Engineering* pada proyek pembangunan Jembatan dan Jalan Akses Timur di Indah Kiat Karawang.

Metode

Penelitian yang dilakukan menggunakan metode Rencana Kerja Rekayasa Nilai dan menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dalam sebuah studi kasus yang berorientasi pada proyek konstruksi jembatan tertentu yang dipilih sebagai obyek penelitian.

Objek Penelitian

Objek pada penelitian ini adalah pelaksanaan Pembangunan Jembatan Akses Timur Indah Kiat Karawang yang berlokasi di Kawasan Industri Suryacipta, Kabupaten Karawang, Provinsi Jawa Barat.

Metode Analisis

Penelitian ini menggunakan metode analisis *Value Engineering Job Plan*, yang disusun melalui metodologi berikut:

1. Tahap Informasi
2. Tahap Kreatif
3. Tahap Analisis
4. Tahap Pengembangan
5. Tahap Rekomendasi

Hasil Dan Pembahasan

Tahap Informasi

Biaya total keseluruhan proyek dapat dilihat dalam tabel 1

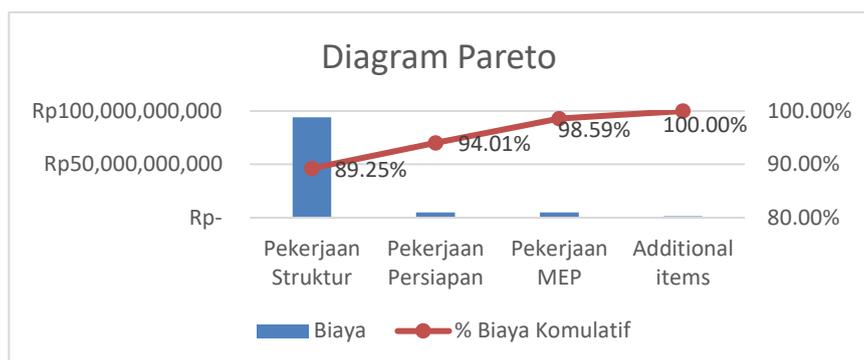
Tabel 1. Rekapitulasi biaya proyek

No	Jenis Pekerjaan	Agregat	
1	Pekerjaan Struktur	Rp	94.183.536.533
2	Pekerjaan Persiapan	Rp	5.017.394.291
3	Pekerjaan MEP	Rp	4.837.943.229
4	Additional items	Rp	1.486.262.726
Total		Rp	105.525.136.779

Hasil analisis pareto dari biaya keseluruhan proyek dapat dilihat pada tabel 2 ini

Tabel 2. Hasil analisis hukum pareto dari keseluruhan biaya proyek

No	Jenis Pekerjaan	Agregat		%Biaya	%Biaya Kumulatif
1	Pekerjaan Struktur	Rp	94.183.536.533	89,25%	89,25%
2	Pekerjaan Persiapan	Rp	5.017.394.291	4,75%	94,01%
3	Pekerjaan MEP	Rp	4.837.943.229	4,58%	98,59%
4	Additional items	Rp	1.486.262.726	1,41%	100,00%
Total		Rp	105.525.136.779	100,00%	

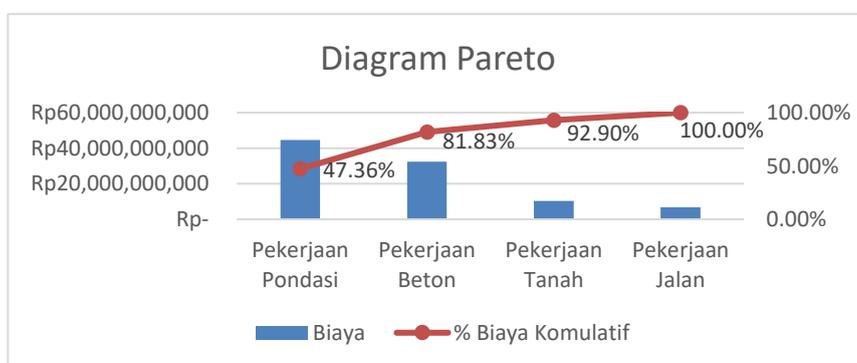


Gambar 1. Grafik analisis hukum pareto dari keseluruhan proyek

Dari hasil analisis yang terdapat pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa pekerjaan struktural memiliki bobot sebesar 89,25% terhadap total biaya proyek. Berikut merupakan hasil analisis pareto dari pekerjaan struktural.

Tabel 3. Hasil analisis hukum pareto pekerjaan struktural

No	Jenis Pekerjaan	Agregat	%Biaya	%Biaya Kumulatif
1	Pekerjaan Pondasi	Rp 44.606.469.062	47,36%	47,36%
2	Pekerjaan Beton	Rp 32.460.259.029	34,46%	81,83%
3	Pekerjaan Tanah	Rp 10.430.521.421	11,07%	92,90%
4	Pekerjaan Jalan	Rp 6.686.287.022	7,10%	100,00%
Total		Rp 94.183.536.533	100,00%	



Gambar 2. Grafik analisis hukum pareto pekerjaan struktural

Berdasarkan hasil analisis hukum pareto untuk pekerjaan struktural, diperoleh pekerjaan dengan bobot terbesar adalah pekerjaan pondasi dan pekerjaan beton.

Tahap Kreatif

Pada tahap ini yaitu mengusulkan alternatif desain/material sebagai pengganti desain/material *existing*. Alternatif yang ditentukan untuk pekerjaan pondasi adalah dengan menggunakan alternatif *spun pile*. Alternatif yang ditentukan untuk pekerjaan beton adalah penggantian material substitusi parsial semen dengan *fly ash*, metakaolin, dan pasir silika.

Tahap Analisis

Pada tahap ini dilakukan analisis perhitungan teknis pada beberapa alternatif untuk memastikan bahwa alternatif – alternatif tersebut layak untuk diterapkan dari segi kualitas.

Selain itu, juga dilakukan analisis perhitungan estimasi biaya alternatif untuk memastikan alternatif layak diterapkan dari segi biaya.

Tahap Pengembangan

Pada tahap ini, digunakan metode *zero-one* dalam mengolah data responden yang telah dibagikan kepada 5 responden yang merupakan pihak kontraktor pelaksana dari proyek *Bridge and Road at East Access* PT Indah Kiat Karawang, meliputi manajer proyek dan konstruksi, QC, dan engineer.

Value engineering pada pekerjaan pondasi

Tabel 4. Tabel metode *zero-one* mencari bobot pekerjaan pondasi

Kriteria	Nomor Kriteria	Nomor Kriteria			Total	Ranking	Bobot
		1	2	3			
Kekuatan	1	X	1	1	2	3	50
Biaya	2	0	X	1	1	2	33,33
Waktu	3	0	0	X	0	1	16,67

Tabel 5. Metode *zero-one* mencari indeks pekerjaan pondasi kriteria kekuatan

Fungsi	A	B	Jumlah	Indeks
A	X	1	1	1
B	0	X	0	0

Tabel 6. Metode *zero-one* mencari indeks pekerjaan pondasi kriteria biaya

Fungsi	A	B	Jumlah	Indeks
A	X	0	0	0
B	1	X	1	1

Tabel 7. Metode *zero-one* mencari indeks pekerjaan pondasi kriteria waktu

Fungsi	A	B	Jumlah	Indeks
A	X	0	0	0
B	1	X	1	1

Keterangan :

- 1) Fungsi A adalah pekerjaan eksisting yaitu Pondasi SPP.
- 2) Fungsi B adalah pekerjaan alternatif 1 yaitu Pondasi *Spun Pile*.

Tabel 8. Matriks evaluasi pekerjaan pondasi

No	Fungsi	Kriteria			Total
		1	2	3	
	Bobot	50	33,33	16,67	
1	A	1	0	0	50
	Bobot x Indeks	50	0	0	
2	B	0	1	1	50
	Bobot x Indeks	0	33,33	16,67	

Keterangan:

1. Fungsi A adalah pekerjaan eksisting yaitu Pondasi SPP.
2. Fungsi B adalah pekerjaan alternatif 1 yaitu Pondasi *Spun Pile*.

Setelah melihat hasil dari tahap di atas dapat diketahui bahwa pekerjaan alternatif dan pekerjaan eksisting memiliki nilai yang sama yaitu 50. Namun demikian, pekerjaan alternatif tetap direkomendasikan mengingat tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan efisiensi biaya proyek yang mana pekerjaan alternatif memiliki biaya yang jauh lebih murah dibandingkan pekerjaan eksisting

Value engineering pada pekerjaan beton**Tabel 9.** Tabel metode *zero-one* mencari bobot pekerjaan beton

Kriteria	Nomor Kriteria	Nomor Kriteria			Total	Ranking	Bobot
		1	2	3			
Mutu	1	X	0	1	1	2	33,33
Ketersediaan material	2	1	X	1	2	3	50
Biaya	3	0	0	X	0	1	16,67

Tabel 10. Metode *zero-one* mencari indeks pekerjaan beton kriteria mutu

Fungsi	A	B	C	D	Jumlah	Indeks
A	X	1	1	1	3	3/6
B	0	X	2	1	2	2/6
C	0	0	X	0	0	0/6
D	0	0	1	X	1	1/6

Tabel 11. Metode *zero-one* mencari indeks pekerjaan beton kriteria ketersediaan material

Fungsi	A	B	C	D	Jumlah	Indeks
A	X	0	1	1	2	2/6
B	1	X	1	1	3	3/6
C	0	0	X	0	0	0/6
D	0	0	1	X	1	1/6

Tabel 12. Metode *zero-one* mencari indeks pekerjaan beton kriteria biaya

Fungsi	A	B	C	D	Jumlah	Indeks
A	X	0	1	1	2	2/6
B	1	X	1	1	3	3/6
C	0	0	X	0	0	0/6
D	0	0	1	X	1	1/6

Keterangan:

- 1) Fungsi A adalah pekerjaan eksisting yaitu *silicafume*
- 2) Fungsi B adalah pekerjaan alternatif 1 yaitu *fly ash*
- 3) Fungsi C adalah pekerjaan alternatif 2 yaitu metakaolin
- 4) Fungsi D adalah pekerjaan alternatif 3 yaitu pasir silika

Tabel 13. Matriks evaluasi pekerjaan beton

No	Fungsi	Kriteria			Total
		1	2	3	
	Bobot	50	33,33	16,67	
1	A	3/6	2/6	2/6	38,9
	Bobot x Indeks	16,67	16,67	5,56	
2	B	2/6	3/6	3/6	44,45
	Bobot x Indeks	11,11	25	8,34	
3	C	0/6	0/6	0/6	0
	Bobot x Indeks	0	0	0	
4	D	1/6	1/6	1/6	16,63
	Bobot x Indeks	5,55	8,3	2,78	

Keterangan:

1. Fungsi A adalah pekerjaan eksisting yaitu *silicafume*
2. Fungsi B adalah pekerjaan alternatif 1 yaitu *fly ash*
3. Fungsi C adalah pekerjaan alternatif 2 yaitu metakaolin
4. Fungsi D adalah pekerjaan alternatif 3 yaitu pasir silika

Setelah melihat hasil dari tahap di atas dapat diketahui bahwa pekerjaan alternatif 1 yaitu beton dengan *fly ash* sebagai material substitusi semen memiliki nilai yang paling tinggi yaitu sebesar 44,45. Maka dari itu, pekerjaan alternatif 1 direkomendasikan yaitu dengan menggunakan *fly ash* sebagai material substitusi beton.

Tahap Presentasi

Dari proses analisis yang telah dilaksanakan pada beberapa tahap sebelumnya, berikut merupakan hasil yang diperoleh:

a. Biaya Eksisting

Biaya pekerjaan struktur eksisting yang diteliti merupakan pekerjaan pondasi yang memiliki biaya sebesar Rp 44.606.469.062 dan pekerjaan beton yang memiliki total biaya sebesar Rp32.460.259.029.

b. Perhitungan Alternatif

Berdasarkan perhitungan biaya yang telah dilakukan, maka alternatif yang terpilih ialah pekerjaan pondasi alternatif yaitu pondasi *spun pile* dan untuk pekerjaan beton, alternatif yang dipilih adalah alternatif 1 yaitu penggunaan *fly ash* sebagai bahan substitusi semen. Untuk pekerjaan pondasi, didapatkan penghematan sebesar Rp 13.043.250.182 atau sekitar 29%. Untuk pekerjaan beton, diperoleh penghematan biaya sebesar Rp 2.733.713.150 atau sekitar 8,42%.

Tabel 14. Rekapitulasi penghematan alternatif terpilih

No	Pekerjaan	Biaya Eksisting	Biaya Alternatif	Selisih	%
1	Pekerjaan Pondasi	Rp 44.606.469.062	Rp 31.563.218.880	Rp 13.043.250.182	29%
2	Pekerjaan Beton	Rp32.460.259.029.	Rp 29.726.545.879	Rp 2.733.713.150	8,42%
	Total	Rp 77.066.728.091	Rp 61.289.764.759	Rp 15.776.963.332	20%

c. Perbandingan Biaya Proyek

Sebelum dilakukan analisis *value engineering*, total biaya proyek sebesar Rp 105.525.136.779. Setelah dilakukan analisis *value engineering*, didapatkan total biaya proyek sebesar Rp 89.748.173.447. Penghematan yang dihasilkan dari analisis *value engineering* ini adalah sebesar Rp 15.776.963.332.

Simpulan

Berdasarkan hasil dari analisis *value engineering* dan kajian studi kasus yang dilakukan pada proyek *Bridge and Road at East Access PT Indah Kiat Karawang* dapat diambil kesimpulan bahwa berdasarkan hasil analisis Hukum Pareto, pekerjaan dengan biaya tertinggi dan memiliki potensi untuk diefisiensikan adalah pekerjaan struktur yang terdiri dari pekerjaan pondasi dan struktur beton.

Penghematan yang dicapai dalam pelaksanaan analisa *value engineering* ini adalah sebesar Rp 15.776.963.332 atau sekitar 20% dari keseluruhan biaya proyek yang sebesar Rp 105.525.136.779, sehingga dihasilkan biaya proyek setelah dilakukan analisa *value engineering* sebesar Rp 89.748.173.447.

Daftar Pustaka

- Andriani, R. M. (2018). Penerapan Value Engineering pada Struktur Bangunan Gedung (Studi Kasus : Proyek Universitas Negeri Yogyakarta). *Skripsi*.
- Bertolini, V., Wisnumurti, & Zacoeb, A. (2015). APLIKASI VALUE ENGINEERING PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG (Studi Kasus Hotel Grand Banjarmasin). *NAROTAMA JURNAL TEKNIK SIPIL*.
- Claudya, Q. B. (2022). Kajian Value Engineering Pada Proyek Pembangunan Gedung. *Skripsi*.
- Camacho, V. T. (2021). Effect of spatial variability of seismic strong motions on long regular and irregular slab-girder RC bridges. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 19(2), 767–804. <https://doi.org/10.1007/s10518-020-01002-y>
- Dhingra, A. K. (2019). Cost reduction and quality improvement through Lean-Kaizen concept using value stream map in Indian manufacturing firms. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 10(4), 792–800. <https://doi.org/10.1007/s13198-019-00810-z>
- Diputera, I. G., Putera, I. G., & Dharmayanti, G. A. (2018). PENERAPAN VALUE ENGINEERING (VE) PADA PROYEK PEMBANGUNAN TAMAN SARI APARTEMEN. *Jurnal Spektran*.
- Hamduna, S. I. (2022). Studi Identifikasi dan Optimalisasi Biaya Proyek Rumah Tinggal Berbasis Green Building dengan Metode Value Engineering. *Skripsi*.
- Hendrianto, G. K. (2018). Analisis Metode Value Engineering untuk Efisiensi Biaya (Studi Kasus: Proyek Apartemen Yukata Suites Alam Sutera Tangerang). *Skripsi*.
- Iswati, Hartono, W., & Sugiyarto. (2017). ANALISIS VALUE ENGINEERING DENGAN METODE PAIRED COMPARISON PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG LABORATORIUM KOMPUTER KAMPUS 3 UNIVERSITAS AHMAD DAHLAN YOGYAKARTA. *e-Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL*.
- Liu, D. (2021). Recent Advances in Defect Chemistry of Oxides for Photocatalysis Applications. *Xiyou Jinshu/Chinese Journal of Rare Metals*, 45(5), 583–610. <https://doi.org/10.13373/j.cnki.cjrm.XY20080036>
- Mahyuddin. (2020). ANALISA REKAYASA NILAI (VALUE ENGINEER) PADA KONSTRUKSI BANGUNAN RUMAH DINAS PUSKESMAS KARANG JATI BALIKPAPAN. *Jurnal Ilmiah Techno Entrepreneur Acta*.
- Musliha, S. S. (2021). Analisis Value Engineering pada Struktur Bangunan Dengan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) (Studi Kasus: Proyek Supporting Unit Dprd Kota Salatiga). *Skripsi*.
- Pramesti, D. M. (2022). Kajian Efektivitas Proyek Menggunakan Konsep Value Engineering pada Proyek Gedung (Studi Kasus: Gedung Polres Kota Bekasi). *Skripsi*.
- Pratiwi, N. A. (2014). ANALISA VALUE ENGINEERING PADA PROYEK GEDUNG RISET DAN MUSEUM ENERGI DAN MINERAL INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*.
- PRIYO, M., & HERMAWAN, T. D. (2010). Aplikasi Value Engineering pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung BPKP Yogyakarta). *JURNAL ILMIAH SEMESTA TEKNIKA*.
- Puga, A. (2023). Photocatalytic Hydrogen Production in the Context of Sustainable Energy. *Photocatalytic Hydrogen Production for Sustainable Energy*, 1–18.

<https://doi.org/10.1002/9783527835423.ch1>

- Putra, H. N. (2018). Analisis Value Engineering pada Pondasi Jembatan (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Jembatan Kali Cengger Tol Semarang-Solo Ruas Salatiga-Boyolali Sesi Ampel-Boyolali). *Skripsi*.
- Rahma, D. (2016). Analisis Value Engineering Dengan Metode Zero-One Pada Proyek Pembangunan Gedung Laboratorium Komputer Kampus 3 Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta. *Skripsi*.
- Rozanova, I., & Syarifudin, A. (2022). ANALISIS VALUE ENGINEERING PADA PROYEK JALAN DAN JEMBATAN MENURUT PERSEPSI PELAKU JASA KONSTRUKSI. *Jurnal Deformasi*.
- Wijayanti, Y. P., Wijayaningtyas, M., & Erfan, M. (2023). ANALISIS REKAYASA NILAI (VALUE ENGINEERING) PADA PROYEK JEMBATAN PELAYANGAN KECAMATAN LONGKIP KOTA SUBULUSSALAM. *Student Journal GELAGAR*.
- Wang, L. (2023). Research Progress of Urea Splitting Catalysts for Hydrogen Generation. *Cailiao Daobao/Materials Reports*, 37(12). <https://doi.org/10.11896/cldb.21070195>
- Wang, R. (2019). Dynamic performance coordination control of hydraulic electrical energy-regenerative suspension based on road excitation self-adaptation. *Nongye Gongcheng Xuebao/Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 35(6), 55–64. <https://doi.org/10.11975/j.issn.1002-6819.2019.06.007>
- Wu, B. (2020). Wind tunnel tests for soft flutter characteristics of double-deck truss girder. *Zhendong Yu Chongji/Journal of Vibration and Shock*, 39(1), 191–198. <https://doi.org/10.13465/j.cnki.jvs.2020.01.026>
- Zhou, Q. (2020). Improved algorithm of cable force for one-time cable tensioning on steel tube arch ribs with segmental hoisting. *Jiaotong Yunshu Gongcheng Xuebao/Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 20(1), 92–101. <https://doi.org/10.19818/j.cnki.1671-1637.2020.01.007>