



EVALUASI PENGGUNAAN METODE *VALUE ENGINEERING* PADA PEKERJAAN
KONSTRUKSI JEMBATAN SEI IDAN KABUPATEN KUTAI BARAT

Oleh

Donal Yusuf Hutaeruk¹, Habir², Syahrul³

^{1,2,3} Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945
Samarinda,

Email: ¹ dy.hutaeruk@gmail.com

Abstrak

This study evaluated the application of the Value Engineering method in the construction of the Sei Idan Bridge in Kutai Barat Regency to identify cost-saving opportunities without reducing structural function and quality. The analysis was carried out through six stages, focusing on four dominant work items identified using Pareto analysis: Grade 345 steel, U-Type DS-1 drainage, BjTS 420B reinforcement, and f_c '30 concrete. Technical alternatives were developed through brainstorming and assessed in terms of technical performance, cost, and implementation risks. Feasibility was evaluated using the Analytical Hierarchy Process method based on six criteria. The results showed that the Q345B alternative achieved a cost efficiency of 58.35% and was deemed feasible with quality testing requirements. Other alternatives, such as Precast HDPE, HS Rebar f_y 500 MPa, and Precast Concrete, also demonstrated high efficiency. The Value Engineering method proved effective in optimizing bridge construction costs through a systematic and function-based approach.

Kata Kunci: *Value Engineering, Analytical Hierarchy Process, Bridge*

PENDAHULUAN

Peningkatan kebutuhan infrastruktur merupakan konsekuensi logis dari perkembangan teknologi, pertumbuhan populasi, dan mobilitas masyarakat yang semakin tinggi. Dalam hal ini, sektor transportasi darat memegang peran sentral dalam menunjang kegiatan sosial-ekonomi, terutama sebagai penghubung distribusi logistik dan akses antarwilayah. Salah satu infrastruktur penunjang transportasi yang sangat krusial adalah jembatan. Jembatan berfungsi untuk menghubungkan ruas jalan yang terputus oleh rintangan alami seperti sungai, lembah, atau jurang, sehingga kehadirannya mampu meningkatkan efisiensi waktu tempuh, menurunkan biaya transportasi, serta mempercepat pertumbuhan wilayah dan pembangunan daerah.

Namun, di balik manfaat strategis tersebut, pembangunan jembatan merupakan kegiatan yang padat modal dan teknis, sehingga diperlukan pengelolaan sumber daya yang cermat agar tidak terjadi pemborosan anggaran. Fakta di lapangan menunjukkan bahwa pekerjaan konstruksi berskala besar, khususnya pada elemen struktur, sering kali menyerap sebagian besar biaya proyek. Apabila tidak dirancang dan dianalisis secara teliti, potensi ketidakefisienan akan muncul, baik dari segi material, metode, maupun waktu pelaksanaan.

Dalam konteks ini Rekayasa Nilai (*Value Engineering*) hadir sebagai pendekatan yang relevan. Rekayasa Nilai merupakan suatu metode manajemen yang bersifat sistematis, bertujuan untuk meningkatkan nilai suatu proyek melalui pencapaian fungsi optimal dengan biaya serendah mungkin, tanpa



menurunkan mutu atau kinerja teknis. Proses ini dilakukan melalui analisis fungsi, eksplorasi alternatif, dan evaluasi terhadap solusi teknis dengan mempertimbangkan aspek biaya, waktu, keamanan, dan efisiensi pelaksanaan. Penggunaan metode ini sangat sesuai diterapkan pada proyek-proyek yang memiliki struktur biaya besar, seperti jembatan, guna menghasilkan desain yang lebih ekonomis dan fungsional.

Penelitian ini mengambil studi kasus pada pekerjaan pembangunan Jembatan Sei Idan di Kabupaten Kutai Barat, Kalimantan Timur. Jembatan ini merupakan bagian dari infrastruktur strategis yang mendukung konektivitas antarwilayah. Penelitian dilakukan untuk mengidentifikasi item pekerjaan dominan yang menyumbang sebagian besar anggaran, mengembangkan alternatif desain berdasarkan prinsip Rekyasa Nilai, dan mengevaluasi kelayakan teknis dan ekonomisnya dengan pendekatan *Analytical Hierarchy Process (AHP)*.

METODE PENELITIAN

1. Lokasi penelitian dilakukan di Kabupaten Kutai Barat Provinsi Indonesia Timur, Indonesia, dengan objek penelitian pekerjaan konstruksi Jembatan Sei Idan Kab. Kutai Barat yang berada pada Ruas Jalan Sp. Mencimai – Eheng – Temula – Dempar.

2. Pengumpulan data diperoleh dari dokumen pekerjaan yang telah tersedia, antara lain Detail Engineering Desain (DED), Harga Perkiraan Perancang (HPP), Spesifikasi Teknis, Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2, daftar harga satuan bahan dan upah tenaga kerja berdasarkan standar instansi terkait, data teknis material dari katalog produsen atau vendor.

3. Metodologi Analisis Data

Fase informasi, bertujuan untuk mengumpulkan dan mengkaji secara menyeluruh data terkait proyek guna memperoleh pemahaman utuh terhadap sistem kerja, struktur biaya, metode pelaksanaan, serta fungsi utama dari elemen pekerjaan konstruksi.

Analisis awal diarahkan pada identifikasi komponen-komponen dominan yang menyumbang proporsi biaya terbesar maupun memiliki kompleksitas pelaksanaan tinggi. Salah satu alat bantu yang digunakan adalah diagram Pareto, yang membantu memprioritaskan elemen proyek untuk evaluasi lebih lanjut.

Fase analisis fungsi merupakan analisis setiap elemen pekerjaan yang dikaji berdasarkan kontribusi fungsionalnya terhadap sistem proyek secara keseluruhan. Pendekatan ini menekankan penilaian atas fungsi dasar (*basic function*) dan fungsi tambahan (*secondary function*), yang dirumuskan dalam bentuk dua kata: kata kerja dan kata benda (misal: menahan beban, melindungi struktur). Fungsi dasar mencerminkan peran utama dan tidak tergantikan, sementara fungsi tambahan bersifat pelengkap. Setiap fungsi kemudian dievaluasi menggunakan konsep nilai (*value*), yaitu perbandingan antara kontribusi fungsi dan biaya yang diperlukan. Elemen dengan nilai rendah (kontribusi kecil, biaya tinggi) diidentifikasi sebagai kandidat untuk optimasi. Berbagai alat bantu digunakan, seperti tabel fungsi-biaya, *Function Analysis System Technique (FAST)*, dan analisis Pareto, untuk memetakan keterkaitan antar fungsi dan menentukan prioritas pengembangan.

Fase kreatifitas merupakan fase eksploratif dalam Rekyasa Nilai yang bertujuan menghasilkan alternatif solusi yang lebih efisien secara fungsi dan biaya. Fokus utama terletak pada penciptaan ide-ide baru yang mampu memenuhi fungsi yang sama dengan pendekatan yang lebih hemat, sederhana, atau inovatif, tanpa terikat pada metode konvensional. Proses ini menggunakan teknik seperti *brainstorming* dan *morphological analysis* untuk menjangkau berbagai kemungkinan alternatif. *Brainstorming* mendorong partisipasi bebas dari seluruh tim tanpa penilaian awal, sementara *morphological analysis* mengombinasikan variabel fungsi untuk menemukan pendekatan baru. Ide-ide



yang dihasilkan diklasifikasikan berdasarkan jenis pendekatan (misalnya material, metode kerja, desain, atau substitusi fungsi) dan dicatat secara sistematis.

Fase pengembangan bertujuan mengklarifikasi dan menyusun alternatif dari tahap kreativitas menjadi opsi yang layak secara teknis, ekonomis, dan fungsional. Alternatif yang diusulkan dianalisis melalui perbandingan terhadap desain awal (*baseline*), mencakup aspek spesifikasi material, metode pelaksanaan, durasi, serta estimasi biaya. Evaluasi teknis dilakukan berdasarkan standar nasional seperti Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2, dan jika diperlukan, merujuk pada standar internasional (ASTM/AASHTO). Selain itu, dilakukan kajian risiko terhadap aspek pelaksanaan, ketersediaan material, serta potensi keterlambatan pengadaan. Validasi teknis didukung oleh kebutuhan uji laboratorium atau sertifikasi material, terutama untuk alternatif yang belum banyak diterapkan pada proyek sejenis. Seluruh alternatif disusun dalam format komparatif, dilengkapi uraian teknis, kelebihan-kekurangan, analisis risiko, dan langkah mitigasi.

Fase evaluasi merupakan proses analitis yang bertujuan menilai kelayakan alternatif dari segi fungsi, biaya, waktu pelaksanaan, dan kinerja teknis. Penilaian dilakukan secara objektif menggunakan kriteria yang relevan, seperti efisiensi biaya, keselamatan, kemudahan konstruksi, dan estetika. Setiap kriteria diberi bobot berdasarkan tingkat kepentingannya, yang dapat ditentukan menggunakan metode seperti *Analytical Hierarchy Process (AHP)*. Alternatif kemudian dinilai berdasarkan performa terhadap masing-masing kriteria, dan skor akhir dihitung dengan mengalikan nilai performa dengan bobot kriteria. Evaluasi juga mempertimbangkan faktor kualitatif, seperti ketersediaan material, kesiapan teknologi, dan risiko implementasi. Hasil akhir berupa pemeringkatan alternatif, lengkap dengan justifikasi teknis dan

ekonomis, untuk menentukan opsi terbaik yang paling layak diterapkan.

Fase rekomendasi merupakan fase akhir yang menyintesis seluruh hasil analisis Rekayasa Nilai menjadi usulan solusi yang paling layak diimplementasikan. Alternatif terpilih dipilih berdasarkan skor evaluasi tertinggi, yang mencerminkan efisiensi biaya, keandalan fungsi, serta kemudahan pelaksanaan dibandingkan kondisi eksisting. Rekomendasi mencakup komparasi antara kondisi awal dan alternatif terpilih dalam aspek biaya, mutu, durasi, dan risiko. Disertai pula dengan analisis sensitivitas dan strategi mitigasi risiko untuk memastikan kelayakan implementasi di lapangan.

Analisis biaya alternatif merupakan tahapan krusial untuk menentukan kelayakan suatu solusi. Analisis ini membandingkan biaya elemen pekerjaan antara kondisi eksisting berdasarkan Harga Perkiraan Perancang (HPP) dengan biaya alternatif yang dihasilkan dari proses Value Engineering. Biaya alternatif mencakup seluruh komponen baru akibat penggantian material, metode, atau desain, dan diperoleh dari harga satuan resmi, vendor, serta proyek sejenis. Selisih biaya dihitung untuk menilai potensi efisiensi, disertai evaluasi nilai fungsi guna memastikan bahwa penghematan tidak mengurangi performa. Rasio antara fungsi dan biaya digunakan sebagai dasar penilaian kelayakan alternatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

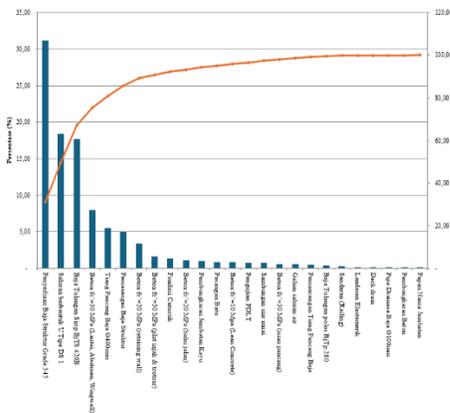
Penelitian ini menerapkan pendekatan Rekayasa Nilai (Value Engineering) untuk mengidentifikasi dan merekomendasikan alternatif solusi yang efisien dalam proyek pembangunan Jembatan Sei Idan, Kutai Barat. Pendekatan ini melibatkan enam tahapan utama yang disusun secara berurutan dan saling berkaitan, dengan tujuan meningkatkan nilai proyek tanpa mengurangi kualitas dan fungsi teknisnya.



Tahap pertama dimulai dari pengumpulan informasi, yang bertujuan memahami kondisi eksisting proyek secara menyeluruh. Pada tahap ini, dilakukan telaah terhadap dokumen teknis seperti gambar kerja, Rencana Anggaran Biaya (RAB), dan metode pelaksanaan. Dari analisis biaya, diketahui bahwa Divisi Struktur dan Drainase menyumbang sekitar 87,76% dari total biaya konstruksi. Oleh karena itu, kedua divisi ini ditetapkan sebagai fokus utama dalam analisis lanjutan.

Tabel.1 Cost Model

No. Divisi	Uraian	Jumlah Harga Pekerjaan (Rp)	Persentase Biaya (%)
1	Umum	394.623.917,08	4,33
2	Drainase	1.519.045.608,28	16,68
3	Pekerjaan Tanah dan Geosintetik	291.142.550,34	3,20
4	Pekerjaan Preventif	-	-
5	Perkerasan Berbutir dan Perkerasan Beton Semen	339.123.208,12	3,72
6	Perkerasan Aspal	-	-
7	Struktur	6.470.237.599,92	71,06
8	Rehabilitasi Jembatan	-	-
9	Pekerjaan Harian dan Pekerjaan Lain-Lain	91.571.260,40	1,01
10	Pekerjaan Pemeliharaan	-	-
Total Biaya		9.105.744.144	100,00



Gambar 1. Diagram Pareto biaya pekerjaan

Sumber : Analisa Data 2024

Selanjutnya, pada tahap analisis fungsi, setiap elemen kerja diidentifikasi fungsi dasarnya (basic function) dan fungsinya yang bersifat tambahan (secondary function), merujuk pada Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2. Empat item utama yang menjadi prioritas kajian adalah: penyediaan Baja Grade 345, Saluran U-ditch Tipe DS-1, Baja Tulangan Sirip BjTS 420B, dan Beton fc'30 untuk lantai

jembatan dan abutmen. Fungsi-fungsi tersebut dianalisis dengan pendekatan Function Analysis System Technique (FAST).

Tabel 2. Analisis Fungsi Berdasarkan Spesifikasi Bina Marga 2018 Revisi 2

No.	Uraian	Fungsi Dasar	Fungsi Sekunder	Bagaimana?	Mengapa?	Acuan Spesifikasi
1	Baja Struktur Grade 345	Menyalurkan beban	Membentuk rangka struktur	Dengan kekuatan tarik	Untuk menahan beban kendaraan/lalu lintas	Pasal 7.4.1 & 7.4.2
2	Saluran U Tipe DS-1	Mengalirkan air	Menata saluran jalan	Dengan bentuk dan kemiringan	Untuk mencegah genangan	Pasal 5.3.1 & 5.3.4
3	Baja Tulangan Sirip BjTS 420B	Memikul gaya lentur/tekan	Mengontrol retak pada beton	Dengan penulangan beton	Agar struktur tidak mengalami kegagalan	Pasal 7.3.1 & 7.3.3
4	Beton (lantai jembatan dan abutmen)	Menahan beban mati dan hidup	Memperkuat daya tahan struktur terhadap cuaca	Dengan mutu ≥ 30 MPa	Untuk ketahanan jangka panjang	Pasal 7.2.1 & 7.2.2

Sumber : Analisa Data 2024

Tahap berikutnya adalah tahap kreativitas, di mana tim menyusun berbagai alternatif material atau metode pelaksanaan melalui teknik brainstorming. Ide-ide yang muncul antara lain penggunaan Q345B dan ASTM A572 sebagai pengganti baja struktur, HDPE precast dan pasangan batu sebagai alternatif saluran, serta tulangan HS fy 500 MPa dan fy 460 MPa sebagai substitusi baja tulangan. Untuk lantai jembatan, dikaji opsi pracetak beton dan komposit baja-beton. Semua alternatif ini kemudian divalidasi berdasarkan kesesuaian teknis, ketersediaan material, dan regulasi yang berlaku.

Tabel 3. Ide-ide alternatif

No.	Desain awal	Alternatif	Validasi teknis	Catatan
1	Baja Struktur Grade 345	Q345B	Memiliki fy minimum ≥ 345 MPa dan fu (ultimate strength) sekitar 470-630 MPa, yang setara dengan Grade 345 menurut standar nasional. Dapat digunakan pada struktur jembatan bentang pendek-menengah. Memenuhi prinsip desain LRFD & SNI 1729:2020	Wajib diuji tarik dan dampak sesuai standar SNI atau ASTM. Penting untuk memilih pemasok bersertifikat dan memastikan ada Mill Test Certificate (MTC) serta uji Charpy impact
	ASTM A572 Grade 50		memiliki fy ≥ 345 MPa dan fu 450-620 MPa, setara dengan desain awal. Dapat digunakan pada struktur jembatan bentang pendek-menengah. Terverifikasi luas dalam proyek infrastruktur AASHTO dan desain LRFD	Jarang tersedia di pasar domestik. Perlu verifikasi uji material di laboratorium lokal, seperti uji tarik, elongasi, dan dampak (SNI 0039 dan ASTM A370)



No.	Desain awal	Alternatif	Validasi teknis	Catatan
2	Saluran U Type DS-1	Precast HDPE	Cocok untuk saluran air non-tekanan di area jalan pendekat Lebih ringan, memudahkan logistik di area pedalaman Kutai Barat Beban lalu lintas ringan-sedang masih dapat ditahan dengan bedding & backfill sesuai spesifikasi Dirancang sesuai standar ASTM D3350, F2648, dan SNI 4829:2017	Hindari beban statis tinggi (misalnya kendaraan berat tepat di atas saluran) Kesalahan pemasangan dapat menyebabkan deformasi atau keruntuhan dinding saluran
	Pasangan batu gunung		Memenuhi fungsi dasar sebagai saluran terbuka untuk mengalirkan limpasan air permukaan Merujuk pada Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2, Pasal 5.3.2, saluran batu kali atau pasangan batu diperbolehkan digunakan untuk saluran drainase di daerah pinggir jalan dan area perkubitan, selama ukuran dan kemiringannya direncanakan sesuai debit rencana	Lebih rentan terhadap pengendapan dan penumbatan Durabilitas tergantung kualitas mortar dan ketebalan lapisan
3	Baja Tulangan BJTS 420B	High Strength Rebar fy 500 MPa	Memiliki kekuatan leleh 19% lebih tinggi dibanding BJTS 420B, sehingga memungkinkan pengurangan volume tulangan (berat total) Diproduksi oleh beberapa pabrik baja nasional dengan sertifikasi SNI dan ASTM A615/A706. Umum digunakan di pekerjaan jembatan (D13-D32) dan telah digunakan di berbagai proyek strategis nasional (jalan tol, LRT, flyover). Memiliki kekuatan leleh yang sekitar 9-10% lebih tinggi dibanding BJTS 420B, sehingga secara teoritis dapat digunakan untuk mengurangi volume total tulangan Memenuhi persyaratan elongasi minimum dan standar uji tarik (mengacu pada SNI 2052:2017 dan SNI 0039:2007).	Perlu penyesuaian desain struktural dengan $f_y = 500$ MPa Risiko overestimation (mengurangi terlalu banyak tulangan) dapat berujung pada under-reinforced section jika tidak dianalisis dengan benar.
	Baja Ulir Mutu Fy 460 MPa			

Aspek Evaluasi	Precast HDPE	Pasangan Batu Gunung
Kekuatan Teknis	Cukup baik untuk aliran ringan hingga sedang, tahan korosi	Kuat tekan cukup tinggi, cocok untuk aliran permukaan terbuka
Efisiensi Biaya	Efisien dalam jangka waktu pelaksanaan meski harga awal sedikit lebih tinggi	Biaya awal rendah, bahan lokal tersedia melimpah
Sertifikasi dan Regulasi	Mengacu pada ASTM F2648, diizinkan menurut Bina Marga 2018 Pasal 5.3.4	Diakomodasi dalam Pasal 5.3.2 Bina Marga untuk saluran terbuka
Ketersediaan	Tergantung vendor lokal/regional HDPE	Umumnya tersedia di daerah pegunungan/Kalimantan
Waktu Pengadaan	Cepat dan modular (instalasi 1-2 hari/segmen pendek)	Butuh waktu pembuatan di lokasi lebih lama (pekerjaan manual)
Fleksibilitas Desain	Ukuran terbatas sesuai modul pabrik	Lebih fleksibel mengikuti kondisi lapangan/topografi
Pengujian & Mutu	Mutu konsisten dari pabrik, namun bergantung pada metode pemasangan	Mutu sangat tergantung pada keahlian tukang dan adukan mortar
Risiko Pelaksanaan	Risiko deformasi jika pemasangan dan bedding kurang baik	Risiko keretakan, penurunan dan erosi pada struktur pasangan

No.	Desain awal	Alternatif	Validasi teknis	Catatan
4	Beton fc'30 (Lantai jembatan, Abutmen, Wingwall)	Beton Bertulang Pracetak (lantai jembatan)	Sesuai standar desain jembatan pada SNI 1725:2016 dan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Pasal 7.2.3.1. Dapat menahan beban mati dan beban lalu lintas langsung Kualitas kontrol lebih tinggi, serta memenuhi standar SNI 2847:2019 dan ASTM C94/C150.	Sambungan transversal harus diuji beban untuk menghindari retak longitudinal Akurasi dimensi dan kerataan permukaan panel sangat penting.
	Komposit Baja + Beton (lantai jembatan)		Diperbolehkan dalam desain jembatan baja, sebagaimana dijelaskan dalam SNI 1729:2020 (Steel Structure Design) dan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2, Pasal 7.2.2.4. Meningkatkan kapasitas lentur dan geser Reduksi berat lantai 20-30%	Keberhasilan sangat bergantung pemasangan shear studs atau connector

Sumber : Analisa Data 2024

Setelah alternatif diidentifikasi, dilakukan tahap pengembangan. Pada fase ini, masing-masing opsi dianalisis lebih dalam dari aspek kekuatan, biaya, waktu pengadaan, dan risiko pelaksanaan. Setiap alternatif dibandingkan secara komprehensif terhadap desain awal untuk menyusun profil teknis dan ekonomisnya. Hasil pengembangan menunjukkan bahwa beberapa alternatif memiliki potensi signifikan dalam efisiensi pelaksanaan dan pengurangan biaya.

Tabel 4. Analisa perbandingan alternatif pengganti Baja Grade

Aspek Evaluasi	Q345B	ASTM A572 Grade 50
Kekuatan Teknis	Setara Grade 345 ($f_y \geq 345$ MPa), ductile, cocok untuk struktur. Toleransi variasi antar produsen besar, perlu verifikasi lapangan	Setara, bahkan lebih konsisten (f_y & f_u lebih tinggi); lebih stabil. Kualitas konsisten digunakan luas di jembatan baja
Efisiensi Biaya	Lebih ekonomis (+10-15% lebih murah dari ASTM A572)	Lebih mahal karena material impor dan spesifikasi ekspor
Sertifikasi dan Regulasi	Belum tercantum eksplisit di SNI/Bina Marga, perlu uji mutu & persetujuan Engineer. Butuh Mill Certificate + uji tarik & dampak (SNI 0039)	Termasuk dalam AASHTO dan ASTM, sesuai desain jembatan internasional. Dapat langsung dirujuk untuk desain berbasis LRFD/SNI 1729
Ketersediaan	Tersedia luas dari distributor lokal, suplai lebih stabil	Impor terbatas, hanya tersedia dari pabrik tertentu
Waktu Pengadaan	Cepat (ready stock lokal)	Lead time lama (hingga 4-6 minggu); risiko keterlambatan tinggi
Fleksibilitas Desain	Cocok untuk sambungan las dan baut jika dikontrol kimianya Beberapa produk butuh re-check kimia jika ingin dilas	Cocok untuk desain bentang panjang dan heavy-load Kompatibel dengan semua sistem sambungan internasional
Pengujian & Mutu	Perlu uji tarik dan dampak batch per batch, mutu bervariasi antar pabrik	Sudah disertifikasi penuh ASTM, mutu terstandarisasi tinggi
Aspek Evaluasi	Q345B	ASTM A572 Grade 50
Risiko Pelaksanaan	Rentan kesalahan jika material tidak diuji ulang (mislabeling, sifat las) Risiko ada pada mutu antar batch dan kualitas sambungan las	Lebih aman dari sisi kontrol mutu namun mahal jika revisi terjadi. Risiko lebih kecil, namun lebih rigid terhadap revisi desain

Sumber : Analisa Data 2024



Tabel 5. Analisa perbandingan alternatif pengganti Saluran U Type DS-1

Aspek Evaluasi	High Strength Rebar fy 500 Mpa	Baja Ulir Mutu Fy 460 Mpa
Kekuatan Teknis	Sangat tinggi, cocok untuk struktur lentur dan tarik dominan. Cocok untuk jembatan bentang menengah hingga panjang.	Lebih tinggi dari BjTS 420B, namun lebih terbatas dalam daktilitas. Efektif untuk struktur pendek/średang dengan beban sedang.
Efisiensi Biaya	Hemat volume tulangan (hingga ±15%), tapi harga/kg lebih mahal. Efisiensi tinggi jika digunakan optimal dalam desain ulang.	Harga/kg relatif lebih murah, namun pengurangan volume kecil. Efisiensi terbatas, cocok jika tidak ada modifikasi desain besar.
Sertifikasi dan Regulasi	Sesuai SNI 2052:2017, ASTM A706/A615. Dizinkan Bina Marga 2018.	Juga sesuai SNI & Bina Marga. Sudah digunakan di proyek skala nasional.
Ketersediaan	Tersedia dari pabrik nasional (KS, GRP), tapi tidak di semua daerah.	Umumnya lebih mudah ditemukan dan diproduksi dalam jumlah massal.

Sumber : Analisa Data 2024

Tabel 6. Analisa perbandingan alternatif pengganti Baja Tulangan BjTS 420B

Aspek Evaluasi	High Strength Rebar fy 500 Mpa	Baja Ulir Mutu Fy 460 Mpa
Waktu Pengadaan	Tergantung kapasitas pabrik dan permintaan proyek besar.	Cepat dan fleksibel untuk volume kecil hingga menengah.
Fleksibilitas Desain	Fleksibel untuk desain baru; cocok untuk struktur ringan dan ramping.	Cocok untuk substitusi langsung tanpa desain ulang besar.
Pengujian & Mutu	Perlu uji tarik, elongasi, dan sambungan. Sertifikasi produsen penting.	Mutu stabil jika dari produsen bersertifikat; tidak banyak prosedur tambahan.
Risiko Pelaksanaan	Lebih keras dibengkokkan; butuh alat dan tenaga kerja terlatih. Risiko overdesign jika tidak disesuaikan dalam perencanaan awal. Risiko overdesign jika tidak disesuaikan dalam perencanaan awal.	Lebih mudah dibentuk dan dikerjakan di lapangan. Risiko underperformance kecil jika tidak ada koreksi desain.

Sumber : Analisa Data 2024

Tabel 7. Analisa perbandingan alternatif pengganti Baja Tulangan BjTS 420B

Aspek Evaluasi	Beton Bertulang Pracetak	Komposit Baja + Beton
Kekuatan Teknis	Kekuatan struktural tinggi dan konsisten karena produksi di pabrik. Cocok untuk beban kendaraan dan bentang pendek-menengah.	Lebih ringan, menahan lentur tinggi, cocok untuk bentang panjang. Cocok untuk girder baja dan struktur jembatan komposit.
Efisiensi Biaya	Hemat waktu dan biaya pelaksanaan, walau harga/m ³ lebih tinggi. Efisiensi dari sisi bekisting dan curing lapangan.	Biaya material tinggi (pelat baja + beton), tapi dapat mengurangi volume struktur lainnya. Hemat dalam jangka panjang jika desain optimalkan efisiensi berat.
Sertifikasi dan Regulasi	Diatur dalam Pasal 7.2.3.5 Bina Marga 2018; perlu perencanaan sambungan.	Diakomodasi dalam Pasal 7.2.2.4 untuk sistem komposit.
Ketersediaan	Modul pracetak umum diproduksi nasional (Wika Beton, Adhimix, dll).	Pelat baja harus impor atau pabrik khusus; tidak tersedia di semua lokasi.
Waktu Pengadaan	Cepat karena bisa diproduksi paralel sebelum pekerjaan utama.	Waktu produksi panjang, termasuk pengecoran lapis atas
Fleksibilitas Desain	Kurang fleksibel, dimensi tergantung mold dan angkutan.	Fleksibel, cocok untuk jembatan melengkung atau panjang tidak standar.
Pengujian & Mutu	Kualitas beton dan penulangan terkendali di pabrik, uji mutu mudah.	Harus diuji komposisinya (shear connector, pelat, grouting).
Risiko Pelaksanaan	Risiko retak saat lifting, sambungan antar panel harus tepat.	Risiko deformasi pelat jika pelaksanaan tidak tepat; perlu pengawasan tinggi.

Sumber : Analisa Data 2024

Tahap evaluasi menjadi kunci dalam proses pengambilan keputusan. Evaluasi dilakukan berdasarkan enam kriteria utama: biaya, fungsi, waktu pelaksanaan, kinerja teknis, keamanan, dan estetika. Bobot setiap kriteria ditentukan menggunakan metode Analytical Hierarchy Process (AHP) dengan referensi lima penelitian sebelumnya.

Tabel 8. Tabel rata-rata bobot AHP

No.	Kriteria	Bobot AHP
1	Biaya	0,295
2	Fungsi	0,210
3	Waktu pelaksanaan	0,175
4	Kinerja teknis	0,104
5	Keamanan	0,081
6	Estetika	0,058

Sumber : Analisa Data 2024

Skor performa tiap alternatif dihitung dan dikalikan dengan bobot kriteria untuk memperoleh nilai tertimbang.



Tabel 9. Nilai tertimbang alternatif substitusi Baja Grade 345

Kriteria	Bobot	Skor Q345B	Nilai Q345B	Skor ASTM A572 Grade 50	Nilai ASTM A572 Grade 50
Biaya	0,295	3	0,885	2	0,590
Fungsi	0,210	2	0,419	3	0,629
Waktu Pelaksanaan	0,175	3	0,525	2	0,350
Kinerja teknis	0,104	2	0,208	3	0,312
Keselamatan	0,081	2	0,162	3	0,243
Estetika	0,058	2	0,116	2	0,116
Total Skor			2,315		2,240

Sumber : Analisa Data 2024

Tabel 10. Nilai tertimbang alternatif substitusi Saluran U Type DS-1

Kriteria	Bobot	Skor Precast HDPE	Nilai Precast HDPE	Skor Pasangan Batu Gunung	Nilai Pasangan Batu Gunung
Biaya	0,295	2	0,590	3	0,885
Fungsi	0,210	3	0,629	1	0,210
Waktu Pelaksanaan	0,175	3	0,525	2	0,350
Kinerja teknis	0,104	3	0,312	1	0,104
Keselamatan	0,081	2	0,162	2	0,162
Estetika	0,058	2	0,116	1	0,058
Total Skor			2,334		1,769

Sumber : Analisa Data 2024

Tabel 11. Nilai tertimbang alternatif substitusi Baja Tulangan BJT5 420B

Kriteria	Bobot	Skor High Strength Rebar fy 500 Mpa	Nilai High Strength Rebar fy 500 Mpa	Skor Baja Ulir Mutu Fy 460 Mpa	Nilai Baja Ulir Mutu Fy 460 Mpa
Biaya	0,295	2	0,590	3	0,885
Fungsi	0,210	3	0,629	2	0,419
Waktu Pelaksanaan	0,175	3	0,525	2	0,350
Kinerja teknis	0,104	3	0,312	2	0,208
Keselamatan	0,081	2	0,162	2	0,162
Estetika	0,058	2	0,116	2	0,116
Total Skor			2,334		2,140

Sumber : Analisa Data 2024

Tabel 12. Nilai tertimbang alternatif substitusi Beton fc'30 (lantai jembatan)

Kriteria	Bobot	Skor Beton Bertulang Pracetak	Nilai Beton Bertulang Pracetak	Skor Komposit Baja + Beton	Nilai Komposit Baja + Beton
Biaya	0,295	3	0,885	2	0,590
Fungsi	0,210	2	0,419	3	0,629
Waktu Pelaksanaan	0,175	3	0,525	2	0,350
Kinerja teknis	0,104	3	0,312	3	0,312
Keselamatan	0,081	2	0,162	3	0,243
Estetika	0,058	2	0,116	2	0,116
Total Skor			2,419		2,240

Sumber : Analisa Data 2024

Hasilnya menunjukkan bahwa Q345B unggul dari segi biaya dan waktu (skor: 2,315), Precast HDPE unggul untuk saluran (skor: 2,334), HS Rebar fy 500 MPa unggul dalam efisiensi tulangan (skor: 2,334), Beton

Pracetak unggul pada lantai jembatan (skor: 2,419).

Berdasarkan hasil evaluasi tersebut, disusun tahap rekomendasi yang menyarankan penggunaan alternatif-alternatif terbaik.

1. Untuk pengganti Baja Grade 345, alternatif Q345B direkomendasikan sebagai solusi yang paling sesuai untuk proyek dengan tekanan anggaran dan kebutuhan pengadaan cepat, selama didukung oleh uji tarik dan impak serta sertifikasi mutu pabrikan.
2. Untuk saluran U-ditch, Precast HDPE dipilih karena efisiensi waktu dan mutu produksi yang stabil, menjadikannya cocok untuk proyek dengan kebutuhan waktu cepat dan lokasi yang memiliki akses logistik memadai.
3. Untuk tulangan beton, HS Rebar fy 500 MPa direkomendasikan pada bagian struktur yang memerlukan efisiensi volume tulangan dan performa jangka panjang, dengan catatan diperlukan desain ulang dan pengawasan detail pelaksanaan.
4. Untuk lantai jembatan, Beton Bertulang Pracetak disarankan karena memberikan efisiensi pelaksanaan tinggi dan mutu konstruksi yang lebih terkontrol, serta dapat mempercepat kemajuan proyek pada lokasi dengan keterbatasan waktu dan akses pekerjaan.

Metode analisis biaya dilakukan dengan pendekatan perbandingan antara biaya eksisting dan biaya alternatif. Dengan pertimbangan hasil tahapan rekomendasi pada Baja Grade 345 dengan alternatif Baja Q345B direkomendasikan sebagai solusi yang paling sesuai untuk proyek dengan



tekanan anggaran dan kebutuhan pengadaan cepat, selama didukung oleh uji tarik dan impak serta sertifikasi mutu pabrikan, maka pada penelitian ini perhitungan lanjutan untuk menentukan nilai efisiensi anggaran difokuskan pada item pekerjaan alternatif Penyediaan Baja Struktur Grade 345. Berdasarkan tabel komponen estimasi harga baja Q345B diperoleh harga Q345B I-Girder di Kabupaten Kutai Barat sebesar 19.000,00/kg (belum termasuk biaya pemasangan).

Tabel 13. Komponen estimasi harga Baja I-Girder Q345B

Komponen Biaya	Estimasi Harga (Rp)	Keterangan
Harga Pokok Baja Q345B ex Import (CIF Pelabuhan Kalimantan)	± Rp 15.500/kg	Harga dari supplier lokal, ex Tiongkok/Vietnam Sumber harga dari <i>alibaba.com</i>
Biaya Pengangkutan ke Lokasi Proyek (Kutai Barat)	± Rp 1.200 /kg	Termasuk sewa truk, BBM, jalan kelas berat (±350 km)
Biaya Bongkar Muat dan Handling	± Rp 500/kg	Biaya unloading, sewa alat bantu, tenaga kerja
Marginal Supplier + Pajak PPN 11%	± Rp 1.800 /kg	Komponen komersial + perpajakan formal

Sumber : Analisa Data 2024

Tabel 14. Perbandingan Biaya Eksisting dan Alternatif

Item pekerjaan	Biaya eksisting	Biaya Alternatif (Rp)	Efisiensi (Rp)	Efisiensi (%)
Penyediaan Baja Struktur Grade 345	2.490.409.077,63	1.037.197.683,33	1.453.211.394,30	58,35%

Sumber : Analisa Data 2024

Berdasarkan tabel di atas, penerapan alternatif terpilih menghasilkan total efisiensi biaya sebesar Rp 1.453.211.394,30 atau setara dengan penghematan ±58,35% dari total biaya item yang dianalisis. Dari sisi teknis, alternatif yang direkomendasikan tidak hanya memberikan efisiensi biaya, tetapi juga tetap mempertahankan fungsi utama dari tiap item pekerjaan. Hal ini menunjukkan bahwa nilai dari proyek dapat ditingkatkan dengan mengurangi biaya tanpa mengorbankan kinerja, keselamatan, maupun keberfungsian struktural, yang merupakan prinsip utama dari Rekayasa Nilai. Dengan asumsi semua syarat teknis

dan administratif dipenuhi (uji mutu, spesifikasi teknis, dan approval perencana), maka implementasi alternatif ini tidak hanya layak secara ekonomis, tetapi juga mendukung pelaksanaan proyek yang efisien dan bernilai tambah tinggi.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa *Value Engineering* dalam usaha optimalisasi pembiayaan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- Setelah dilakukan identifikasi terdapat empat item pekerjaan terbesar yang menyumbang lebih dari ±70% dari total biaya pekerjaan sehingga layak untuk dijadikan fokus utama dalam Value Engineering, yaitu :
 - Penyediaan Baja Struktur Grade 345;
 - Saluran U Type DS-1;
 - Baja Tulangan Sirip BjTS 420B;
 - Beton fc'30 (Lantai jembatan, Abutmen, Wingwall).
- Berdasarkan Perbandingan Biaya Eksisting dan Alternatif yang telah dilakukan pada pekerjaan Penyediaan Baja Struktur Grade 345 dihasilkan efisiensi biaya dengan desain alternatif Baja Q345B sebesar Rp 1.453.211.394,30, yang lebih rendah dibandingkan dengan desain awal.
- Besar persentasi efisiensi penghematan dari biaya awal dengan desain alternatif yang dapat diperoleh adalah sekitar 58,35%.

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan dapat diberikan beberapa saran yang diharapkan berguna bagi penerapan Value Engineering pada pekerjaan konstruksi, diantaranya:

- Dalam proses Value Engineering seringkali memerlukan waktu dan sumber daya besar karena memerlukan tahapan identifikasi fungsi, pengumpulan data rinci, brainstorming alternatif, dan evaluasi biaya secara teliti maka



diperlukan manajemen waktu yang tepat serta efektif tanpa mengurangi kualitas dari hasil rekayasa nilai yang ingin dicapai.

2. Perlunya keahlian dan koordinasi antar-pemangku kepentingan dalam merekayasa nilai dari suatu pekerjaan konstruksi.

3. Penerapan studi Value Engineering akan lebih efektif bila dilakukan pada tahapan perencanaan sehingga akan didapat penghematan biaya awal yang optimal.

4. Agar mendapatkan penghematan yang lebih optimal, penerapan Value Engineering akan lebih baik jika dilakukan pada keseluruhan item pekerjaan, baik itu pada pekerjaan struktur, mekanikal maupun elektrikal.

5. Perlunya dilakukan penelitian jangka panjang yang memantau infrastruktur yang telah menerapkan *Value Engineering* selama siklus hidupnya untuk menilai realisasi penghematan dan performa fungsi jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alphonse, Dell'isola, P. (1997). Value Engineering: Practical Applications For Design, Construction, Maintenance & Operations. In Construction Management And Economics.
- [2] Anwar, K., & Sasongko, J. (2024). Analisa Rekayasa Nilai (Value Engineering) pada Struktur Bangunan SDN Karangketug 3 Kota Pasuruan. *AKADEMIK: Jurnal Mahasiswa Humanis*, 4(3), 1026–1039. <https://doi.org/10.37481/jmh.v4i3.1037>
- [3] Astina, I. . (2015). Value Engineering Antara Perancah Konvensional Dengan Scaffolding Pada Proyek Kontruksi (Studi Kasus Pada Gedung Bertingkat Di Smpn 10 Denpasar Bali).
- [4] Berawi, M. . (2014). Aplikasi Value Engineering Pada Industri Konstruksi Bangunan Gedung. Jakarta.
- [5] Bertolini, V. (2016). Aplikasi Value Engineering Pada Proyek Konstruksi qPerumahan Arima Cluster Rumah Tipe 75/160 Pt. Arima Karya Properti.
- [6] Dell'Isola, A. (1974). Value Engineering in the Construction Industry. New York: Construction Publishing Corp., Inc.
- [7] Dell'Isola, A. J. (1997). Value engineering : practical applications --for design, construction, maintenance & operations. Mass. : R. S. Means Company
- [8] Dewanti, R. P., Revantoro, N. B., & Sulton, M. (2024). Analisis Value Engineering Pada Pekerjaan Struktur Atas Proyek Konstruksi Dan Penerapan Dengan Konsep Bim (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung Pelayanan Kanker Wanita Dan Anak Rs Kanker Dharmais). *Jurnal Inovasi Teknologi Dan Edukasi Teknik*, 4(5), 3. <https://doi.org/10.17977/um068.v4.i5.2024.3>
- [9] Dewi, A. A. D. P., Jaya, N. M., & Trisnayanthy, N. P. E. (2024). Analisis Penerapan Rekayasa Nilai (Value Engineering) Pada Proyek Pembangunan Villa Holly Pecatu. *Jurnal Spektran*, 12(1), 42–50.
- [10] Diputra. (2018). enerapan Value Engineering (Ve) Pada Proyek Pembangunan Taman Sari Apartement Value Engineering (Ve) On Taman Sari Apartement Project. 6(2): 210–216.
- [11] Farah Mawaddah, T. D. L. dan E. P. (2024). Analisis Pengaruh Value Engineering Dalam Pemenuhan Dinding. *Civil Engineering, Environmental, and Disaster Risk Management Symposium 2024*, 2018, 33–41.
- [12] Githa Sugiandhari, N. P., Respati, R., & Ajie Saputra, N. (2024). Implementasi Value Engineering Untuk Optimasi Pembiayaan Pada Proyek Konstruksi. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 7(2), 465–478. <https://doi.org/10.24912/jmts.v7i2.27058>
- [13] Halik S.R.M. (2018). Analisis Value Engineering Pada Plat Atap Dan Pasangan Dinding (Studi Kasus : Toko



- Modisland Manado). 6(11): 973–982.
- [14] Hendrianto et all. (2018). Analisis Value Engineering Untuk Efisiensi Biaya (Studi Kasus: Proyek Apartemen Yukata Suites Alam Sutera Tangerang).
- [15] Hutabarat, J. (1995). Diktat Rekayasa Nilai (Value Engineering), Institut Teknologi Nasional, Malang.
- [16] I Gede Angga Diputera, I. G. A. A. P. dan G. A. P. C. D. (2018). Penerapan Value Engineering (Ve) Pada Proyek Pembangunan Taman Sari Apartement Value Engineering (Ve) On Taman Sari Apartement Project. 6(2), 210–216.
- [17] Irfanto, R., W, I. S. N., & Dermawan, H. (2023). Penerapan Konsep Value Engineering pada Proyek Bangunan Gedung Sekolah. Jurnal Teknik Sipil, 19(1).
<https://doi.org/10.28932/jts.v19i1.5254>
- [18] Kembuan AS. (2016). Penerapan Value Engineering pada Proyek Pembangunan Gereja GMIM Syaloom Karombasan. Jurnal Sipil Statik. Vol.4 Februari 2016, pp 95-103.
- [19] Kogoya, T., Manoppo, F. J., & Dundu, A. K. T. (2020). Value Engineering Pada Pondasi Fly Over Interchange Manado Bypass. Jurnal Ilmiah Media Engineering, 10(2), 2087–9334.
- [20] Kristo Ngantung, R., Manoppo, F. J., E Kandou, C. D., Teknik Prospero Karya Manado, S. C., Prodi Teknik Sipil, P., & Sam Ratulangi Manado ABSTRAK, U. (2021). Penerapan Value Engineering Dalam Upaya Meningkatkan Efisiensi Biaya Proyek Pada Pembangunan Gedung Dprd Sulawesi Utara. In Jurnal Ilmiah Media Engineering (Vol. 11, Issue 1).
- [21] Labombang, M. (2007). Penerapan Rekayasa Nilai (Value Engineering) Pada Konstruksi Bangunan. Smartek, .
- [22] Lama, W. A. (2019). Penelitian tentang Penerapan value engineering pada jembatan Wae Pesi Hulu di Flores, Nusa Tenggara Timur.
<http://erepository.uwks.ac.id/id/eprint/4407>
- [23] Mahyuddin, M. (2020). Analisa Rekayasa Nilai (Value Engineer) Pada Konstruksi Bangunan Rumah Dinas Puskesmas Karang Jati Balikpapan. Journal Techno Entrepreneur, 5, 1.
- [24] Mulyadi. (2014). Studi Penerapan Rekayasa Nilai (Value Engineering) Pada Renovasi Gedung Badan Pengawasan Keuangan Dan Pembangunan Perwakilan Provinsi Maluku.
- [25] Nandito, A., Huda, M., & Siswoyo, S. (2021). Penerapan Value Engineering Pada Proyek Pembangunan Puskesmas Rego Manggarai Barat Ntt. Axial : Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Konstruksi, 8(3).
<https://doi.org/10.30742/axial.v8i3.1416>
- [26] Nicolas Mario Gomos Pandiangan, & Dwi Dinariana. (2024). Value Engineering Rumah Susun Kedaung Baru Kota Tangerang Menggunakan Teknik Breakdown Cost Model. IKRA-ITH Teknologi Jurnal Sains Dan Teknologi, 8(2), 19–26.
<https://doi.org/10.37817/ikraith-teknologi.v8i2.3248>
- [27] Octavia, D. (2023). Penerapan Value Engineering Pada Proyek Pembangunan Gedung Terintegrasi Rumah Sakit Jiwa Menur Surabaya.
- [28] Permata. (2016). Aplikasi Value Engineering Pada Proyek Konstruksi Perumahan Arima Cluster Rumah Tipe 75/160 Pt. Arima Karya Properti.
- [29] Pontoh. (2013). Aplikasi Rekayasa Nilai Pada Proyek Konstruksi Perumahan (Studi Kasus Perumahan Taman Sari Metropolitan Manado Pt . Wika Realty).
- [30] Ramadhan, M. M., & Kurniasari, M. W. (2024). Analisis Value Engineering untuk Penghematan Biaya Pekerjaan Arsitektur pada Proyek Apartemen X Tangerang Selatan ABSTRACT . Analysis Of Value



- Engineering for Architectural Work Cost Savings in The. 20, 209–223. <https://doi.org/10.28932/jts.v20i2.6202>
- [31] Rozanova, I., & Syarifudin, A. (2022). Analisis Value Engineering Pada Proyek Jalan Dan Jembatan Menurut Persepsi Pelaku Jasa Konstruksi. *Jurnal Deformasi*, 7(1), 1–9. <https://doi.org/10.31851/deformasi.v7i1.7656>
- [32] Saaty, T. . (2002). Decision Making With The Analytic Hierarchy Process. *Scientia Iranica*.
- [33] Saputra, A. R. (2022). Penerapan Value Engineering Pada Proyek Kontruksi Dimasa Pandemi Covid-19.
- [34] Sawaluddin, Abdul Kadir, R. S. E. (2024). Analisis Penerapan Value Engineering pada Konstruksi Lantai Jembatan Cable Stayed. *SIKLU S : Jurnal Teknik Sipil*, 10(1), 66–79. <https://journal.unilak.ac.id/index.php/SIKLUS sIKLU>
- [35] Shonata, M., Rifai, M., & Handayani, F. S. (2024). Analisis Value Engineering Pada Proyek Pembangunan Gedung Dengan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP). *Sustainable Civil Building Management and Engineering Journal*, 1(3), 10. <https://doi.org/10.47134/scbmej.v1i3.3064>
- [36] Sihite, M., & Setiawan, T. H. (2024). Value Engineering Pekerjaan Arsitektur pada Proyek Rumah Sakit X. *Journal of Sustainable Construction*, 3(2), 31–44. <https://doi.org/10.26593/josc.v3i2.7891>
- [37] Soeharto, I. (1995). Manajemen proyek dari konseptual sampai operasional. Jakarta : Erlangga.
- [38] Sri, P. . (2011). Penerapan Value Engineering Untuk Efisiensi Biaya Pada Proyek Bangunan Gedung Berkonsep Green Building (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Gedung Menteri).
- [39] Sumarda, A., Dwiretnani, A., & Dony, W. (2022). Penerapan Rekayasa Nilai (Value Engineering) pada Proyek Pembangunan Gedung Kantor Pusat Layanan Haji dan Umroh Terpadu Kementerian Agama Kab. Batanghari. *Jurnal Talenta Sipil*, 5(2). <https://doi.org/10.33087/talentasipil.v5i2.136>.



HALAMAN SENGAJA DI KOSONGKAN