

ANALISIS PEMILIHAN ALTERNATIF BANGUNAN COAL SHED DENGAN METODE ANALYSIS HIERARCHY PROCESS (AHP) (STUDI KASUS: PROYEK PLTU DIVISI EPC DI PT. HUTAMA KARYA)

Muhammad Ekky Gigih Prakoso
Institut Teknologi Bandung, Indonesia
Email: gigiheky@gmail.com

Abstrak

Proyek Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Jawa 9&10 2x1000MW Cilegon merupakan salah satu proyek Strategis Nasional dan yang terbesar di Indonesia saat ini. Pada pembangunan PLTU ini terdapat bangunan Coal Shed, dimana untuk dijadikan tempat penyimpanan batu bara dalam jumlah puluhan ribu tonase. Luasan dari bangunan Coal Shed jika dianalogikan adalah seluas 4 kali lapangan sepak bola, sehingga diperlukannya desain dan metode pelaksanaan yang tepat karena sangat berpengaruh terhadap ketercapaian Milestone Proyek. Oleh karena itu diperlukan analisa yang mendalam dengan mempertimbangkan semua variabel yang berpengaruh dalam penentuan metode konstruksi. Salah satu metode yang dapat diaplikasikan untuk membantu dalam pengambilan keputusan metode konstruksi yang tepat adalah metode Analytical Hierarchy Process (AHP). Metode ini memiliki kemampuan dalam menyusun skala prioritas (sebagai faktor bobot) dari variabel yang kompleks dan mudah diaplikasikan, sehingga metode ini dapat dijadikan alat untuk pengambilan keputusan penentuan metode konstruksi yang tepat. Pengambilan data dilakukan melalui kuisisioner dan indepth interview dengan responden yang memiliki kepakaran (pengetahuan, pengalaman, dan keterampilan yang baik dalam penyusunan metode konstruksi). Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode AHP ini dapat disusun sebagai sistem pengambilan keputusan penentuan metode konstruksi pekerjaan Coal Shed dengan tepat. Bobot prioritas yang dihasilkan dari AHP dapat dijadikan parameter untuk menentukan nilai keputusan penentuan metode konstruksi berdasarkan ketersediaan sumber daya yang dimiliki pada proyek tersebut.

Kata kunci: Metode AHP, Pemilihan Alternatif Desain, Pekerjaan Coal Shed

Abstract

The Java 9&10 2x1000MW Cilegon Steam Power Plant (PLTU) Project is one of the National Strategic projects and the largest in Indonesia now. During the construction of this PLTU there is a Coal Shed building, which is used as a storage place for coal in quantities of tens of thousands of tonnages. The area of the Coal Shed building, if used as an analogy, is the size of 4 football fields, so appropriate design and implementation methods are needed because they greatly influence the achievement of the Project Milestone. Therefore, an in-depth analysis is needed by considering all variables that influence the determination of construction methods. One method that can be applied to assist in making appropriate construction method decisions is the Analytical Hierarchy Process (AHP) method. This method could develop a priority scale (as a weighting factor) from complex variables and is easy to apply, so this method can be used as a tool for decision making in determining the appropriate construction method. Data collection was carried out through questionnaires and in-depth interviews with respondents who have expertise (good knowledge, experience, and skills in preparing construction methods). The research results show that the AHP method can be structured as a decision-making system for determining the appropriate

Analisis Pemilihan Alternatif Bangunan Coal Shed dengan Metode Analysis Hierarchy Process (AHP) (Studi Kasus: Proyek PLTU Divisi EPC di PT. Utama Karya)

construction method for Coal Shed work. The priority weights resulting from AHP can be used as parameters to determine the value of decisions on determining construction methods based on the availability of resources owned by the project.

Keywords: AHP method, selection of design alternatives, Coal Shed Work

Pendahuluan

Salah satu faktor penting dalam pendukung pertimbangan ekonomi dan kualitas hidup masyarakat adalah kebutuhan infrastruktur khususnya pada kebutuhan listrik. Indonesia memiliki populasi yang besar dan luas wilayah yang luas, sehingga permintaan listrik cukup tinggi. Saat ini penggunaan listrik perkapita di Indonesia mengalami peningkatan 4,45% per tahun. Pemerintah Indonesia memiliki peran penting dalam memastikan pasokan listrik yang mencukupi bagi masyarakat. Salah satu Langkah yang dapat diambil adalah pengembangan pembangkit listrik, sehingga perlu dilakukan proyek strategis nasional pembangkit listrik agar kebutuhan listrik di Indonesia dapat terpenuhi secara optimal (Ismael & Junaidi, 2014; Soetjipto et al., 2021).

Di Indonesia terdapat beberapa metode atau pendekatan penyelenggaraan Proyek atau Project Delivery antara lain Design-Bid-Build (DBB), Design-Build (DB), EPC, Public-Private Partnership (PPP) dan Construction Management (CM). Setiap metode Project Delivery memiliki kelebihan dan kelemahan tersendiri. Pemilihan metode yang tepat harus mempertimbangkan karakteristik proyek, kebutuhan pemilik proyek, dan kondisi pasar konstruksi yang ada di Indonesia.

Pembangunan proyek Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang dalam penelitian ini menggunakan skema EPC. Proyek PLTU menggunakan skema EPC karena ada beberapa keuntungan yang terkait dengan pendekatan ini salah satunya adalah penyederhanaan manajemen, efisiensi waktu dimana proses engineering, procurement (pengadaan material, alat, instalasi, dan manufacturing) saling terintegrasi satu sama lain dan tanggung jawab diberikan kepada kontraktor selaku pihak yang mengkoordinir pekerjaan (Khakim et al., 2012; Oktavera & Winarko, 2018).

Proyek PLTU Jawa 9&10 adalah Pembangkit Listrik yang menggunakan system USC (Ultra Selective Catalytic Reduction) yaitu dimana system ketel uap (Boiler) menggunakan ammonia hijau dan hydrogen hijau sampai 60% dari materi energi yang dipakai guna memproduksi listriknya dan dapat mendukung kebijakan net Zero Emisi di Negara Indonesia. PLTU ini adalah sebagai PLTU pertama kali di Indonesia yang menggunakan system Hydbid tersebut perpaduan antara ammonia hijau dan hydrogen dalam proses produksinya. Sehingga, berpotensi besar penerapan PLTU sejenis ini akan dilakukan pembangunan Kembali di daerah Indonesia lainnya. Khususnya, Indonesia sedang merencanakan dan mulai membangun Ibu Kota baru di daerah Kalimantan.

Proyek EPC umumnya digunakan dalam proyek-proyek besar dan kompleks, seperti pembangkit listrik, fasilitas industri, kilang minyak, dan infrastruktur besar lainnya. Dengan jenis kontrak ini, pemilik proyek dapat mengurangi kompleksitas pengelolaan proyek dan memindahkan sebagian besar risiko kepada kontraktor EPC, yang harus menyelesaikan proyek sesuai dengan persyaratan yang telah ditetapkan.

Batubara sebagai bahan bakar boiler memiliki parameter standar yang telah ditetapkan seperti moisture content dan kalori pada batubara. Abnormal batubara yang terdapat pada BTG dimana moisture content dan kalori batubara tidak sesuai dengan parameter standar, moisture content yang tinggi menghambat proses pembakaran pada boiler dan kalori batubara yang rendah mengakibatkan proses pembakaran kecil sehingga membutuhkan jumlah batubara untuk proses pembakaran meningkat. Standar parameter moisture content adalah <20% dan kalori batubara 5100 Kcal/kg, dalam kondisi abnormal

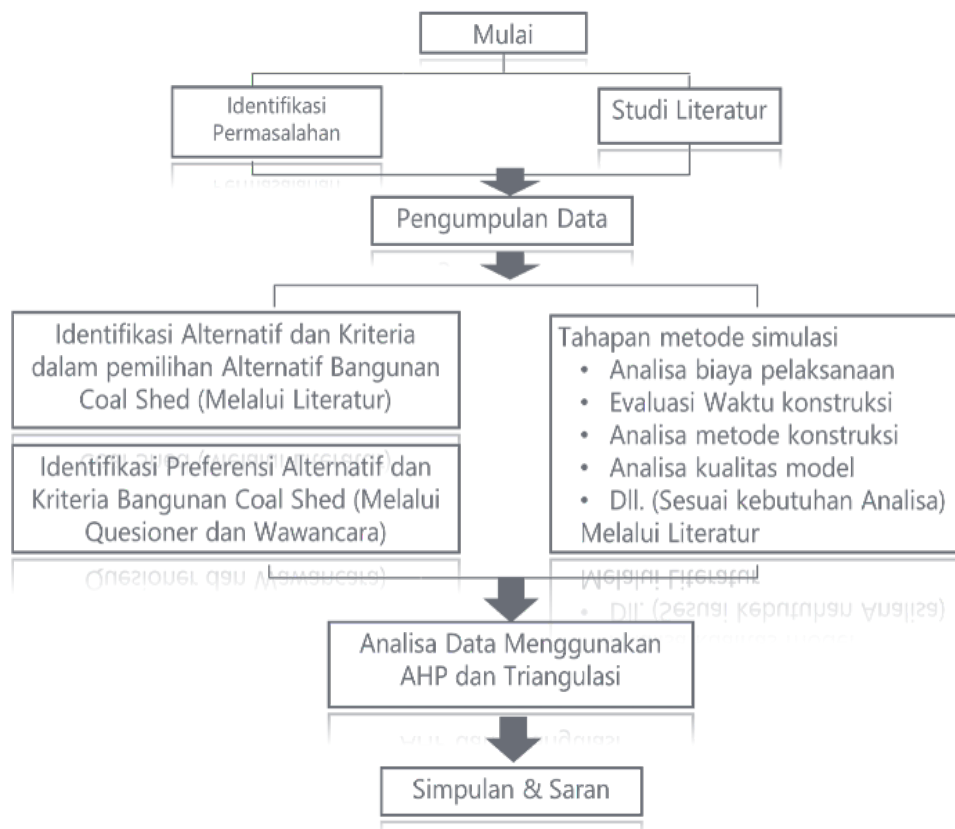
tersebut kinerja boiler dapat menurun, dan pengaruh tersebut pada plant heat rate BTG. Plant heat rate merupakan parameter untuk mengetahui keandalan suatu pembangkit, didefinisikan sebagai jumlah energi bahan bakar batubara yang dibutuhkan unit untuk menghasilkan 1 kwh, dinyatakan Kcal/kg. sehingga tempat penyimpanan batu bara dibutuhkan untuk tetap menjaga kualitas batu bara sesuai spesifikasi. Dimana tempat penyimpanan batu bara tersebut dalam Proyek pembangkit dinamakan bangunan Coal Shed.

Untuk menyelesaikan pekerjaan dibangunan coal shed diperlukan sumberdaya yang banyak dikarenakan panjangnya area coal shed dan terbukanya lahan konstruksi sehingga pekerjaan bisa berjalan bersamaan. Sehingga dibutuhkan sumber daya yang besar untuk bisa bekerja parallel dan pada saat rencana anggaran awal harus memperhitungkan akan hal tersebut. Maka dari itu biaya pelaksanaan konstruksi coal shed dapat terukur dan tidak mengalami kerugian. Pada penelitian ini, akan dianalisis alternatif terbaik untuk pembangunan coal shed yang akan dipilih oleh responden. Alternatif yang akan diberikan kepada responden disusun berdasarkan model yang telah disesuaikan dengan kebutuhan dan kapasitas konstruksi di Indonesia.

Metode Penelitian

Secara garis besar, metode penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 1. Langkah-langkah dalam penelitian ini dimulai dengan identifikasi masalah apa saja yang dihadapi pada aktivitas coal Shed dan juga dengan bersamaan mengkaji beberapa literatur yang terkait. Setelah itu dengan dari beberapa alternatif atau simulasi metode tersebut diperlukan juga proses survey dan wawancara guna mendapatkan faktor dan subfactor dalam setiap metode. Untuk beberapa tahapan simulasi juga akan dilakukan simulasi terhadap dari sisi biaya menggunakan system earn value dan juga evaluasi pengendalian waktunya. Setelah mendapatkan beberapa data primer maupun sekunder akan dilakukan pengolahan data menggunakan Analytical Hierarchy Proses (AHP) untuk menentukan pemilihan metode alternatif yang paling tepat sebagai pelaksanaan metode bangunan Coal Shed.

Analisis Pemilihan Alternatif Bangunan Coal Shed dengan Metode Analysis Hierarchy Process (AHP) (Studi Kasus: Proyek PLTU Divisi EPC di PT. Utama Karya)



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui beberapa faktor apa saja dalam proses pemilihan keputusan alternatif yang sejenis pada Proyek Coal Shed ini. Data-data yang telah dikumpulkan nantinya akan dianalisis sehingga dapat menjawab rumusan masalah pada penelitian ini. Untuk dapat mendukung penelitian ini, maka data yang dibutuhkan terdiri dari 2 jenis, yakni data primer dan data sekunder.

1. Data Primer: Pengumpulan data primer dilakukan dengan observasi guna mengetahui identifikasi factor dan subfaktor dalam menentukan hierarki pekerjaan Pembangunan coal shed, Teknik wawancara dengan Narasumber untuk mendapatkan kriteria yang akan digunakan
2. Data Sekunder : Pengumpulan data sekunder ini meliputi beberapa alternatif yang ada pada basic design yang diperoleh dari pihak owner.

Narasumber yang dipilih dalam penelitian ini adalah pengambil keputusan dari sisi penyedia jasa yang berada pada kantor pusat maupun naasumber yang ada pada di tim Proyek. Narasumber yang ikut dalam menetapkan suatu pemilihan suatu metode pelaksanaan melibatkan pihak kontraktor dan pihak konsorsium pada Project Manager (PM), Site Operation Manager (SOM), Site Engineering Manager (SEM), dan Vice President / Executive Vice President pada kantor pusat PT. Utama Karya. Selain itu narasumber akan di lakukan juga pada sisi pengguna jasa yang terlibat juga seperti General Manager, Project Manager, Lead Construction, Lead Engineering, Lead Quality Control, dan Lead Project Control.

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini berfokus pada bangunan coal shed pada proyek Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) 2x1000 MW. Bangunan Coal shed dalam Proyek ini mempunyai daya tampung batu bara sebanyak 415,000 ton dengan komposisi area Coal Pile A dan Coal Pile B. Seperti yang telah dijelaskan diatas bahwa Proyek ini EPC yang berarti design dan bentuk bangunan ditentukan oleh pihak kontraktor EPC.

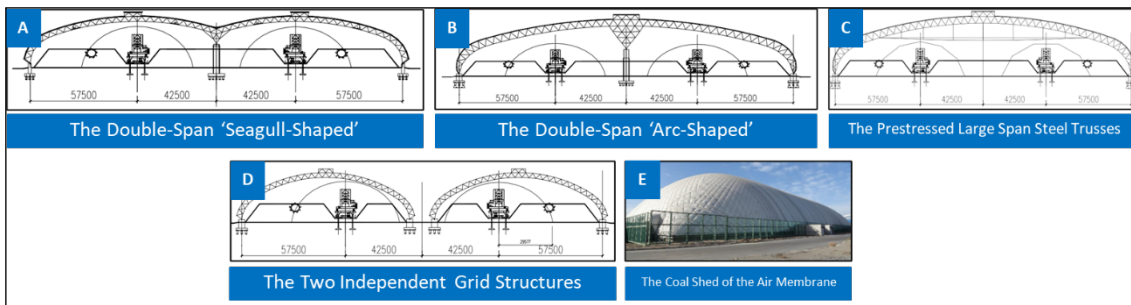
Identifikasi Alternatif dan Kriteria Pemilihan Alternatif

Berdasarkan literatur, terdapat 5 alternatif dengan masing-masing karakteristik yang dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 1. Karakteristik Alternatif Model Coal Shed

Alternative	Type/Form	Characteristics
A	The Double-Span 'Seagull-Shaped' Steel Grid of Three-Centered Circulars Plus the Membrane Framework	(+) Memiliki sistem struktur yang kuat dan stabil (+) Rangka membran lebih ringan (dibandingkan dengan purlin) (+) Mudah untuk maintenance (+) Menghemat biaya dan konsumsi baja (dibandingkan dengan purlin) (+) Rangka membran lebih baik daripada pelat baja warna dalam ketahanan korosi (-) Deretan kolom di tengah bisa berpengaruh terhadap operasi shovel dan bongkar muat (-) Dibutuhkan proteksi untuk mencegah korosi pada struktur baja
B	The Double-Span 'Arc-Shaped' Steel Grid of Three-Centered Circulars Plus the Membrane Framework	(+) Mengurangi risiko beban salju pada atap (+) Memudahkan maintenance untuk pembersihan salju (-) Konsumsi baja lebih banyak dari alternatif 1
C	The Prestressed Large Span Steel Trusses	(+) Menghemat konsumsi baja dibanding struktur grid dan rangka baja portal (+) Menghemat pekerjaan pondasi (+) Cadangan coal di dalam bisa besar jumlahnya dengan tidak adanya tiang di tengah (+) Mengurangi risiko beban salju pada atap (+) Memudahkan maintenance untuk pembersihan salju (-) Konsumsi baja lebih banyak dari alternatif 1 & 2 (-) Memiliki risiko yang lebih tinggi terkait safety
D	The Two Independent Grid Structures	(+) Menghemat biaya dan konsumsi baja (dibandingkan dengan seluruh alternatif) (+) Pemasangan yang mudah, lebih praktis dan efisiensi dari sisi ekonomi (-) Membutuhkan banyak pekerjaan pondasi (-) Kapasitas lebih kecil dari alternatif lain
E	The Coal Shed of the Air Membrane	(+) Memiliki ruang besar dan bentuk fleksibel (+) Mudah untuk pemeliharaan (+) Material membran memiliki bobot yang ringan (+) Biaya keseluruhannya jauh lebih rendah daripada struktur grid (+) Menggunakan lebih sedikit beton dan baja (-) Teknologi masih terbatas

Analisis Pemilihan Alternatif Bangunan Coal Shed dengan Metode Analysis Hierarchy Process (AHP) (Studi Kasus: Proyek PLTU Divisi EPC di PT. Hutama Karya)



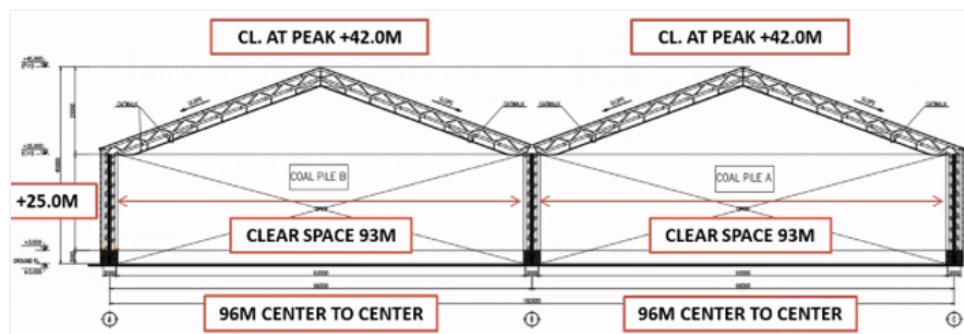
Gambar 2. Alternatif Model Coal Shed (Referensi: XIAOFEI, SI – ICAMMT 2021)

Untuk beberapa alternatif desain coal shed dapat dilihat pada Gambar. Namun, alternatif-alternatif tersebut juga memiliki beberapa kekurangan. Di antaranya model bentang arch di mana terdapat beberapa kegagalan struktur atap bentang panjang yang sedang dibangun yang terjadi di Indonesia mayoritas karena kurangnya kompetensi dalam memahami konsep desain dan stabilitas struktur serta metode konstruksi yang tidak tepat (Urva & Aminah, 2022). Hal ini terjadi juga karena model tersebut tidak umum di Indonesia dan skilled labor untuk konstruksi model arch masih terbatas. Selain itu, beban angin di Indonesia juga masih dikategorikan rendah (Habibi et al., 2019), yang mana dengan struktur rafter biasa pun masih dapat ditahan. Selain itu, model air membrane membutuhkan material yang masih sangat sulit atau bahkan belum ada di Indonesia, sehingga menggunakan model seperti itu akan memakan lebih banyak biaya dan waktu untuk impor. Dengan argument tersebut, dibuatlah model coal shed dengan atap rafter yang dimodifikasi dari model A dan D, yaitu double span dan two independent grid structure untuk lebih meringankan struktur dengan bentang yang lebih pendek dibanding model lainnya. Dan dengan pertimbangan korosivitas baja, dibuatkan alternatif untuk kolom beton, di mana kolom merupakan bagian yang paling dekat dengan coal nantinya.

Identifikasi Preferensi Alternatif

1. Alternatif 1

Alternatif yang pertama ini dikembangkan dari Desain A yaitu sistem rangka baja double span yang memiliki struktur yang kuat dan lebih stabil. Namun, sesuai dengan kondisi di Indonesia, atap lebih mudah dibuat dengan bentuk segitiga dibandingkan dengan arch. Penggunaan alternatif 1 adalah pemakaian pengecoran beton dari mulai pondasi dan kepala kolom sampai dengan elevasi diatas ground level. Selanjutnya menggunakan angkur bolt dan memakai rafter steel structure.



Gambar 3. Design Alternatif 1

Tabel 2. Deskripsi Material Alternatif 1

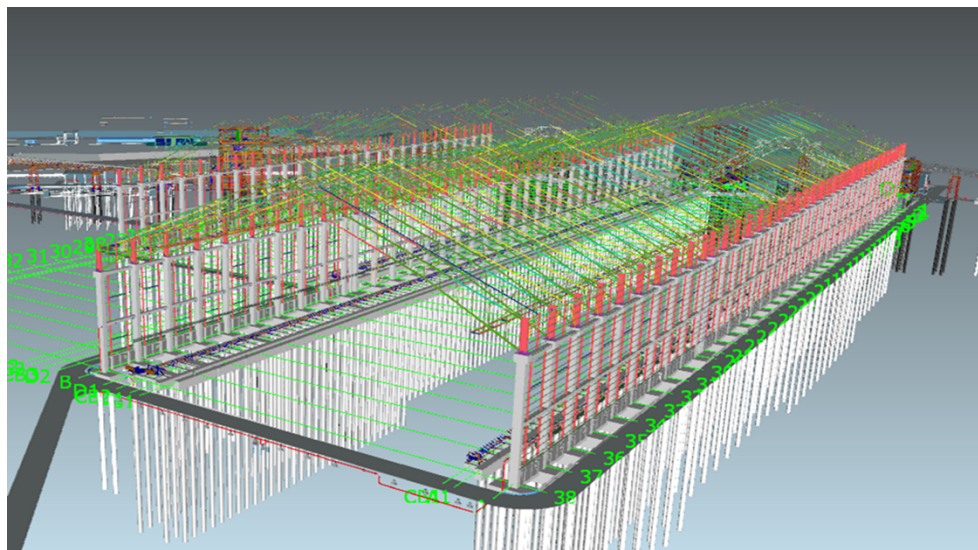
No.	Items	Specifications	Strength
1	Built-up	Plate steel, ASTM A572 or equivalent grade	$F_y = 34.5 \text{ kN/cm}^2$
2	Hot-rolled	Rod, L shape, C shape, I shape; SS400 or equivalent grade	$F_y = 23.5 \text{ kN/cm}^2$
3	Anchor bolt	CLASS 4.6, SS400 (JIS), ASTM A-36 (OR EQUI)	$F_u = 40.0 \text{ kN/cm}^2$
4	High strength bolts (For Primary Structure)	ASTM A325, DIN CLASS 8.8	$F_u = 72 - 83 \text{ kN/cm}^2$
5	Machine bolts (For Secondary Structure)	ASTM A307, DIN CLASS 4.6 (OR EQUI)	$F_u = 40.0 \text{ kN/cm}^2$
6	Purlin	Grade 450; AZ275 Galvanizing	$F_u = 45.0 \text{ kN/cm}^2$
7	Welding Condition	1 side full welding, 1 side intermittent welding	-

Sesuai detail spesifikasi material diatas memang dominan adalah pekerjaan Steel Structure dan roofing cladding. Pada pembangunan alternatif 1 pada saat pekerjaan erection yang harus diperhatikan adalah beberapa alat berat crane yang besar dan banyak serta supporting seperti scaffolding / shoring material.

2. Alternatif 2

Alternatif ini dikembangkan dari Desain D yang dapat menghemat biaya dan konsumsi baja bila dibandingkan dengan alternatif lain. Pemasangan yang mudah, lebih praktis dan efisiensi dari sisi ekonomi. Sama dengan alternatif sebelumnya, bahwa sesuai dengan kondisi di Indonesia, atap lebih mudah dibuat dengan bentuk yang lebih sederhana dengan konsumsi baja yang sedikit. Di sisi lain, kolom yang akan terpapar langsung dengan batu bara diganti dengan menggunakan material beton bertulang untuk menghindari korosi. Kombinasi kolom setinggi 17 meter menggunakan beton bertulang dan rafter menggunakan steel structure. Visualisasi alternatif 2 dapat dilihat pada Gambar.

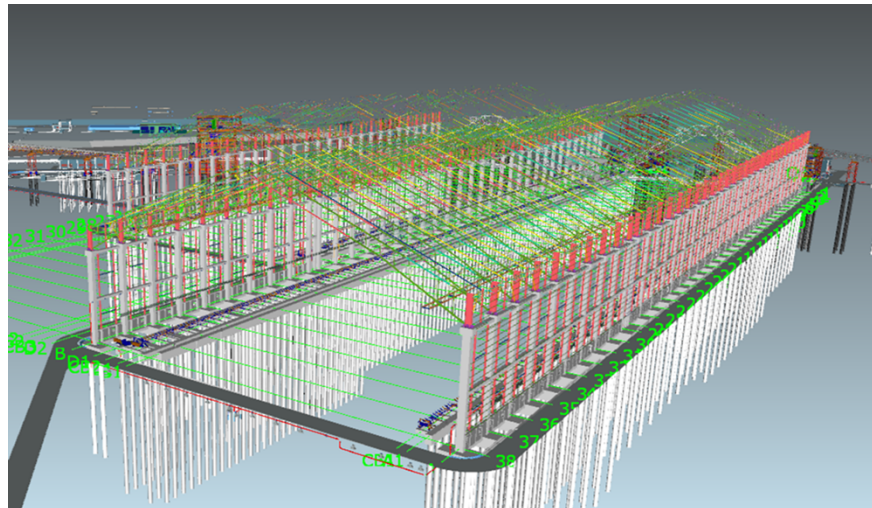
Pada alternatif 2 ini pekerjaan dominan ada 2 yaitu beton bertulang dan steel structure pada rafter. Sehingga untuk alat berat crane yang besar kapasitasnya dibutuhkan tidak terlalu lama dibanding alternatif 1. Pada balok/beam distribusi menggunakan metode pengecoran insitu.



Gambar 4. Design Alternatif 2

3. Alternatif 3

Penggunaan alternatif 3 ini sesuai urutan dari pondasi hingga struktur atas sama dengan alternatif 2, hanya yang menjadi pembeda adalah pekerjaan pemasangan beam/balok menggunakan precast, sehingga mengurangi pengecoran balok dan scaffolding pada saat pemasangan beam tersebut. Visualisasi design alternatif 3 dapat dilihat pada Gambar.



Gambar 5. Design Alternatif 3

4. Analisa Data dan Penerapan AHP

Dari alternatif-alternatif tersebut, akan ditentukan mana alternatif terbaik dengan menggunakan metode AHP. Untuk menentukan alternatif tersebut, diperlukan kriteria-kriteria untuk mengukur keunggulan pada setiap alternatif. Kriteria ini diambil dari konstrain-konstrain umum pada proyek yang juga dikenal triple constraint yang terdiri dari biaya, mutu, dan waktu. Ketiga kendala ini merupakan parameter kesuksesan dan kualitas dari suatu proyek yang biasa juga disebut sebagai triple constraint triangle (Rangkuti, 2011). Saat ini, model untuk menggambarkan konstrain dalam proyek telah berkembang, bukan lagi segitiga, melainkan telah berubah menjadi bintang. Kendala yang ditambahkan ke model adalah risiko, sumber daya, dan lingkup, dan dengan demikian model diperluas dari tiga kendala utama menjadi enam kendala (Hassan et al., 2016).

Selain itu, beberapa kriteria juga diambil dari berbagai kriteria yang telah dipakai pada penelitian-penelitian sebelumnya. Juga diambil menjadi bahan pertimbangan berdasarkan karakteristik, baik kelebihan ataupun kekurangan model coal shed dalam penelitian-penelitian model coal shed.

Diambil 10 faktor yang cukup umum dan relevan dengan penelitian ini. Faktor-faktor tersebut adalah faktor yang berkaitan dengan proses konstruksi. Selain itu, mengingat penilaian ini akan ditanyakan kepada para responden dengan berbagai background, dari owner dan kontraktor, tidak diambil faktor yang hanya menjurus ke kontraktor ataupun hanya ke owner seperti kemampuan kontraktor. Sehingga, dihasilkan sebagai berikut.

Tabel 3. Kriteria Pemilihan Model Alternatif Coal Shed

No	Kriteria	Kode	Referensi
1	Efisiensi Biaya Konstruksi	C1	(Abd El-Razek et al., 2008;
2	Kemudahan Maintenance	C2	Dipohusodo, 1996; Ervianto,
3	Efisiensi Waktu	C3	2023; Forbes & Ahmed, 2010;
4	Efektivitas Metode	C4	Ibrahim et al., 2013; Sukmawan
5	Kualitas Struktur	C5	et al., 2020; Vani Mohan &
6	Estetika Bangunan	C6	Thomas, 2022)
7	Kapasitas Bangunan	C7	
8	Risiko Terhadap Lingkungan	C8	
9	Risiko Kecelakaan Kerja	C9	
10	Efisiensi Kebutuhan Resource (Manpower, Equipment, dan Material)	C10	

Faktor-faktor di atas dibandingkan satu sama lain untuk mendapatkan preferensi faktor terpenting dalam pemilihan model coal shed dan alternatif mana yang dipilih oleh responden sehingga menghasilkan kriteria seperti dapat dilihat pada Tabel. Pada proses pengolahan data, hal pertama yang dilakukan adalah membentuk struktur hierarki untuk kriteria dan sub-kriteria yang didapatkan dari hasil studi literatur. Berdasarkan Gambar, struktur hierarki yang telah disusun terdiri dari 3 tingkatan atau level.

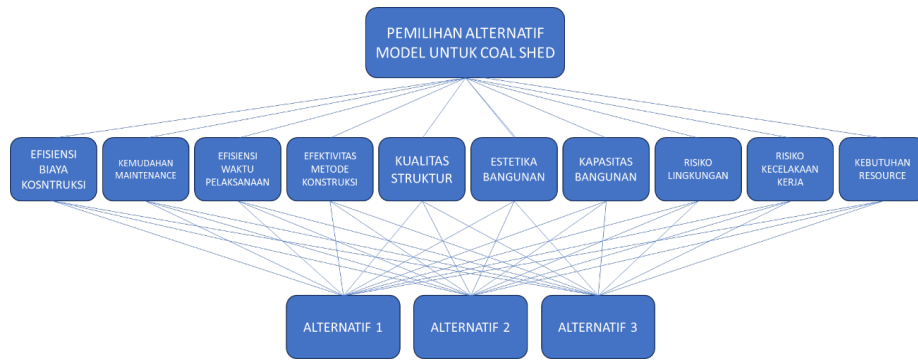
- a. Tingkatan pertama adalah goals atau tujuan dari penelitian ini, yaitu untuk melakukan pemilihan alternatif model coal shed.
- b. Pada tingkatan ke-dua berisi faktor-faktor umum yang menjadi pertimbangan responden dalam pemilihan tipe model coal shed, misalnya dari sisi biaya, dari sisi waktu, dari sisi estetika model, dan beberapa yang lain yang ditampilkan dalam table berikut:

Tabel 4. Pengkodean Kriteria Pemilihan Model Alternatif Coal Shed

No	Kriteria	Kode
1	Efisiensi Biaya Konstruksi	C1
2	Kemudahan Maintenance	C2
3	Efisiensi Waktu	C3
4	Efektivitas Metode	C4
5	Kualitas Struktur	C5
6	Estetika Bangunan	C6
7	Kapasitas Bangunan	C7
8	Risiko Terhadap Lingkungan	C8
9	Risiko Kecelakaan Kerja	C9
10	Efisiensi Kebutuhan Resource (Manpower, Equipment, dan Material)	C10

- c. Level terakhir atau ke-tiga adalah alternatif-alternatif model coal shed, yaitu alternatif model 1, model 2, dan model 3

Analisis Pemilihan Alternatif Bangunan Coal Shed dengan Metode Analysis Hierarchy Process (AHP) (Studi Kasus: Proyek PLTU Divisi EPC di PT. Utama Karya)



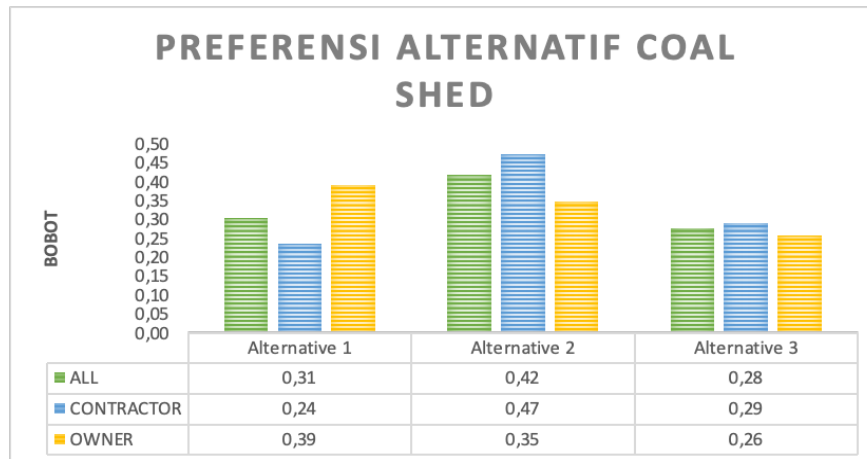
Gambar 6. Struktur AHP dalam Pemilihan Alternatif

Seperti dipaparkan sebelumnya, bahwa responden untuk penelitian ini adalah beberapa pihak yang akan terlibat dalam proyek ini yang terdiri dari owner dan kontraktor itu sendiri. Data dalam penelitian ini diolah menggunakan metode AHP di mana setiap responden akan diminta untuk melakukan perbandingan berpasangan (pairwise comparison) untuk setiap kriteria dan setiap alternatif. Perbandingan berpasangan ini dilakukan untuk mengetahui preferensi masing-masing responden pada setiap faktor dan alternatif. Dalam hal ini, responden akan diminta untuk menilai faktor mana yang lebih penting dari semua faktor yang ada. Responden akan diminta menilai faktor-faktor yang dibandingkan satu dengan lainnya secara berpasangan. Dari semua responden didapatkan hasil yang ditabulasi pada gambar sebagai berikut:

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18	R19	R20	R21	R22	R23	R24	R25	R26	R27
Alternative 1	0.535	0.446	0.372	0.574	0.441	0.253	0.127	0.112	0.153	0.225	0.204	0.228	0.173	0.186	0.195	0.464	0.349	0.184	0.247	0.353	0.222	0.459	0.382	0.218	0.332	0.487	0.336
Alternative 2	0.28	0.394	0.325	0.344	0.441	0.479	0.537	0.512	0.52	0.451	0.495	0.457	0.45	0.512	0.476	0.402	0.366	0.534	0.458	0.358	0.467	0.321	0.338	0.432	0.381	0.25	0.302
Alternative 3	0.185	0.16	0.303	0.082	0.118	0.268	0.336	0.376	0.327	0.324	0.301	0.315	0.377	0.301	0.329	0.135	0.286	0.282	0.296	0.289	0.311	0.22	0.28	0.35	0.287	0.263	0.362
	O	O	O	O	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	O	O	O	O	O	O	O	O
Bobot untuk Setiap Kriteria																											
C1 Efisiensi Biaya Konstruksi	0.04	0.24	0.04	0.19	0.21	0.10	0.05	0.18	0.15	0.16	0.16	0.33	0.22	0.29	0.16	0.18	0.14	0.09	0.23	0.13	0.05	0.27	0.25	0.10	0.09	0.06	0.03
C2 Kemudahan Maintenance	0.04	0.15	0.05	0.25	0.24	0.03	0.07	0.05	0.10	0.06	0.12	0.06	0.06	0.12	0.07	0.25	0.05	0.05	0.11	0.02	0.04	0.06	0.07	0.06	0.05	0.03	0.06
C3 Efisiensi Waktu	0.06	0.20	0.06	0.13	0.16	0.29	0.08	0.16	0.11	0.13	0.14	0.16	0.16	0.02	0.09	0.16	0.24	0.28	0.06	0.13	0.05	0.15	0.06	0.09	0.11	0.07	0.04
C4 Efektivitas Metode	0.03	0.11	0.05	0.09	0.12	0.10	0.14	0.16	0.21	0.16	0.04	0.07	0.02	0.15	0.29	0.16	0.16	0.05	0.09	0.04	0.07	0.15	0.17	0.11	0.18	0.05	0.08
C5 Kualitas Struktur	0.06	0.12	0.15	0.15	0.12	0.16	0.31	0.08	0.08	0.12	0.15	0.08	0.16	0.11	0.06	0.08	0.17	0.17	0.14	0.19	0.34	0.15	0.16	0.31	0.22	0.31	0.30
C6 Estetika Bangunan	0.01	0.05	0.04	0.06	0.03	0.05	0.02	0.07	0.03	0.03	0.05	0.02	0.03	0.14	0.03	0.04	0.02	0.03	0.06	0.09	0.12	0.03	0.02	0.06	0.04	0.08	0.05
C7 Kapasitas Bangunan	0.05	0.04	0.04	0.06	0.04	0.02	0.02	0.05	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.04	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.08	0.06
C8 Risiko Terhadap Lingkungan	0.27	0.04	0.23	0.02	0.04	0.06	0.10	0.08	0.09	0.08	0.11	0.11	0.13	0.03	0.05	0.04	0.06	0.08	0.12	0.14	0.13	0.08	0.11	0.12	0.13	0.14	0.18
C9 Risiko Kecelakaan Kerja	0.34	0.03	0.26	0.03	0.03	0.13	0.09	0.10	0.09	0.13	0.10	0.07	0.12	0.03	0.14	0.03	0.09	0.15	0.12	0.16	0.13	0.05	0.10	0.07	0.11	0.15	0.17
C10 Efisiensi Kebutuhan Resource	0.10	0.03	0.08	0.02	0.02	0.05	0.12	0.09	0.12	0.13	0.10	0.09	0.07	0.07	0.09	0.02	0.05	0.08	0.04	0.05	0.04	0.05	0.04	0.05	0.05	0.02	0.02
CR	0.09	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.09	0.10	0.10	0.10	0.11	0.08	0.10	0.10	0.10	0.09	0.10	0.09	0.10	0.09	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
CHECK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Gambar 7. Analisa Perbandingan Berpasangan Seluruh Responden

Data-data tersebut sudah termasuk data-data yang diverifikasi Kembali kepada responden agar dihasilkan konsistensi yang lebih baik. Adapun metode yang digunakan adalah wawancara langsung.

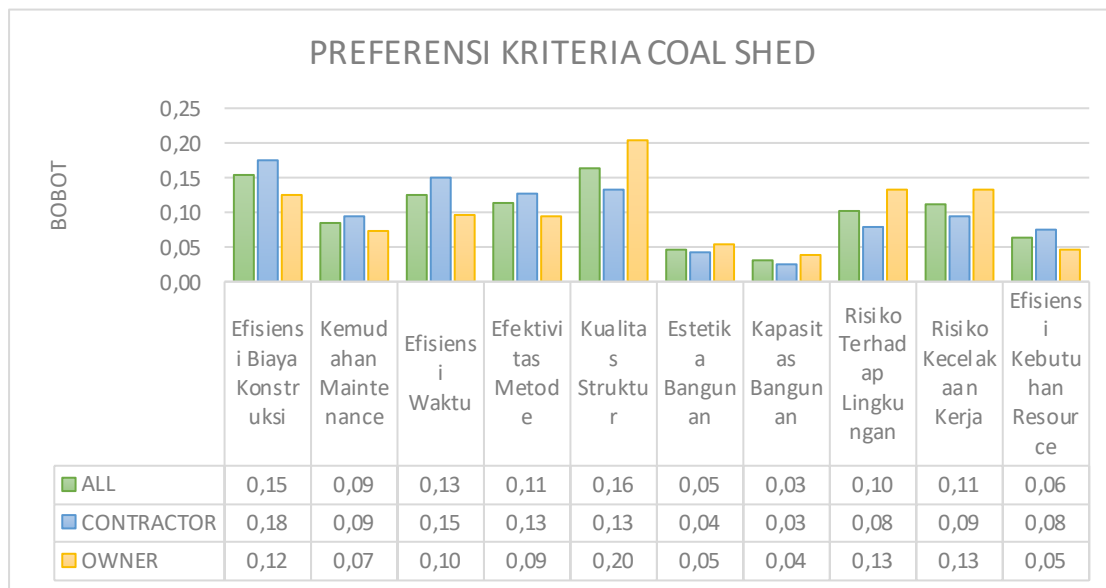


Gambar 8. Grafik Perbandingan Preferensi Alternatif Model Coal Shed Responden

Dari grafik pada Gambar, didapatkan bahwa secara keseluruhan, alternatif model coal shed yang dipilih adalah alternatif 2 dengan nilai bobot 0.42, terbesar dibandingkan alternatif 1 yang bernilai 0.31 dan alternatif 3 yang bernilai 0.28. Namun, apabila kita detailkan terdapat perbedaan preferensi dari kontraktor dan owner. Pihak owner, yang diwakili oleh 12 responden, lebih banyak memilih alternatif 1 sebagai pilihan dengan nilai 0.39. Sedangkan, kontraktor, yang diwakili oleh 15 responden, lebih banyak memilih alternatif 2, dengan nilai 0.47.

Perbedaan preferensi alternatif ini salah satunya disebabkan oleh perbedaan fokus. Kontraktor sebagai pelaksana berfokus pada biaya, mutu, waktu, serta efektivitas metode pelaksanaan yang mungkin akan dijelaskan lebih rinci pada pembahasan selanjutnya. Kemudian, seperti disebutkan sebelumnya, alternatif 2 memiliki pekerjaan dominan dengan beton bertulang dan steel structure. Sehingga penggunaan alat berat crane yang besar kapasitasnya lebih singkat dibanding alternatif 1. Hal ini tentu akan berpengaruh pada biaya, resource, dan waktu pengerjaan. Dalam hal metode, prosedur pelaksanaan konstruksi merupakan kunci untuk dapat mewujudkan seluruh perencanaan menjadi bentuk bangunan fisik (Irmawanto & Utomo, 2011). Pemilihan model alternatif ini tentu saja tidak lepas dari preferensi responden terhadap faktor atau kriteria pertimbangannya. Lebih rinci akan dijelaskan sekaligus pada pembahasan selanjutnya.

Sejalan dengan hal tersebut, terdapat perbedaan faktor ataupun kriteria utama yang menjadi pertimbangan dari pemilihan model yang akan ditampilkan lebih jelas pada grafik di bawah ini.



Gambar 9. Grafik Perbedaan Preferensi Kriteria Coal Shed

Dari grafik pada Gambar, dapat dilihat bahwa secara umum, kriteria yang terpenting atau memiliki bobot terpenting adalah kriteria kualitas struktur dimana faktor ini memiliki bobot 0.16 dan diikuti oleh faktor efisiensi biaya konstruksi dengan bobot 0.15. Hal ini menunjukkan bahwa menurut mayoritas responden, faktor atau kriteria yang paling penting untuk pemilihan model alternatif ini adalah kualitas struktur dan efisiensi biaya. Secara umum, kualitas struktur merupakan kecocokan antara kegunaan/fungsi bangunan dengan kebutuhan dan kepuasan klien.

Dari grafik di atas, kita juga dapat melihat kriteria-kriteria terpenting menurut responden yang bekerja di pihak kontraktor adalah:

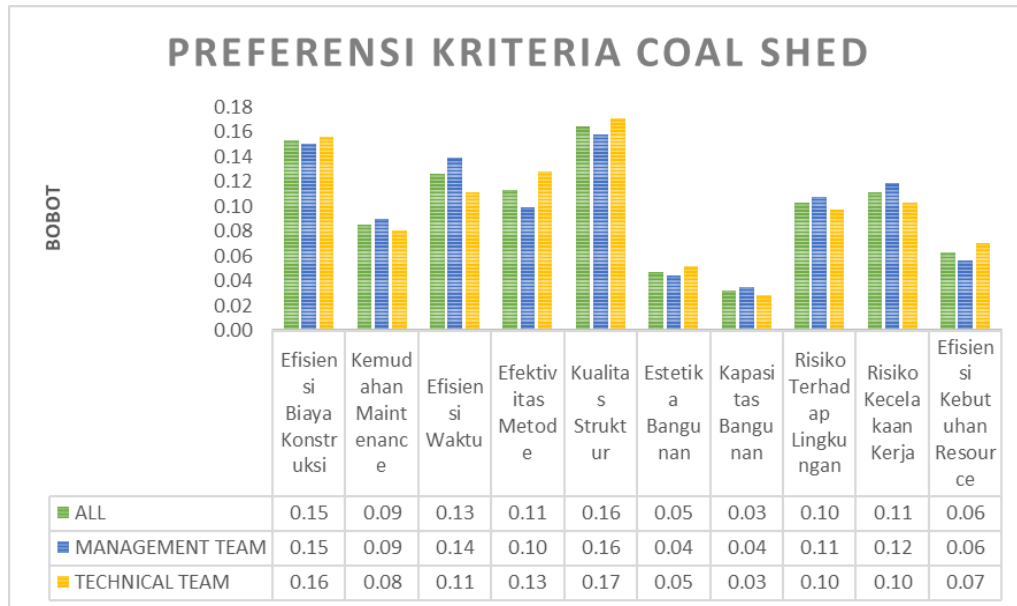
- 1) Efisiensi Biaya Konstruksi
- 2) Efisiensi Waktu
- 3) Efektivitas Metode
- 4) Kualitas Struktur

Sedangkan, untuk kriteria-kriteria terpenting menurut responden yang bekerja di pihak owner adalah:

- 1) Kualitas Struktur
- 2) Risiko Terhadap Lingkungan
- 3) Risiko Terhadap Kecelakaan Kerja
- 4) Efisiensi Biaya Konstruksi

Dari data di atas, dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan prioritas kriteria untuk pemilihan alternatif model coal shed.

Berikut sesuai pada Gambar bisa dilihat perbandingan jika responden yang bekerja sebagai Technical team dan juga Management team.



Gambar 10. Preferensi Kriteria Coal Shed Tehnical dan Manajement Team

Tabel 5. Perbedaan Preferensi Antara Kontraktor dan Owner

	Kontraktor	Owner
Peran	Pelaksana	Pemilik Proyek
Alternative yang Dipilih	Alt. 2	Alt. 1
Faktor Terpenting	Efisiensi Biaya	Kualitas Struktur
	Efektivitas Metode	Risiko Terhadap Lingkungan
	Efisiensi Waktu	Risiko Terhadap Kecelakaan
	Kualitas Struktur	Efisiensi Biaya

Dari sisi owner, preferensi faktor utama yang dipilih adalah kualitas struktur dan model alternatif yang dipilih adalah alternatif 1. Artinya secara kualitas, mayoritas responden yang bekerja di pihak owner setuju bahwa kualitas struktur alternatif 1 dinilai lebih baik. Namun, perlu dilihat juga bahwa salah satu kriteria yang penting adalah risiko terhadap kecelakaan kerja. Sedangkan, model ini akan membutuhkan banyak alat berat untuk pengangkatan yang memiliki risiko bahaya jatuh ataupun terjauh dari proses pemasangan. Perlu kita bandingkan antara jawaban-jawaban responden dengan data perbandingan yang didapatkan baik dari data proyek maupun literatur dapat dilihat pada Tabel.

Tabel 6. Preferensi Owner

Owner	Rank from Data		
	Alt.1	Alt.2	Alt.3
Faktor Terpenting form Responden			
Kualitas Struktur	1	3	2
Risiko Terhadap Lingkungan	1	3	2
Risiko Terhadap Kecelakaan Kerja	1	1	1
Efisiensi Biaya	3	1	2

Bila kita bandingkan antara pilihan mayoritas owner dalam questioner dengan data yang telah dipaparkan sebelumnya seperti tabel di atas, maka telah sesuai antara alternatif yang dipilih oleh responden dengan prioritas kriteria pemilihan coal shed yang sudah dijabarkan ranking-nya berdasarkan data-data pendukung. Dari 4 faktor terpenting yang dipilih oleh responden yang bekerja di pihan owner,

data menunjukkan bahwa alternatif 1 yang paling unggul, dan ini sesuai dengan pilihan owner dari questioner.

Dari segi kontraktor, preferensi faktor utama yang dipilih adalah efisiensi biaya konstruksi dan model alternatif yang dipilih adalah alternatif 2. Hal ini karena, dari segi biaya, alternatif 2 memiliki nilai yang paling kecil. Selain itu, seperti dipaparkan sebelumnya bahwa pertimbangan kontraktor tentu saja termasuk aspek teknis sehingga menurut para kontraktor metode menjadi salah satu yang dipertimbangkan. Dari segi metode, alternatif 2 memiliki metode konstruksi yang lebih umum dibandingkan alternatif lainnya. Sehingga, pengerjaan di lapangan akan lebih mudah. Perlu kita bandingkan juga antara jawaban-jawaban responden dengan data perbandingan yang didapatkan baik dari data proyek maupun literatur dapat dilihat pada Tabel.

Tabel 7. Preferensi Kontraktor

Kontraktor	Rank from Data		
	Alt.1	Alt.2	Alt.3
Faktor Terpenting from Responden			
Efisiensi Biaya	3	1	2
Efektivitas Metode	3	1	2
Efisiensi Waktu	1	3	2
Kualitas Struktur	1	3	2

Bila kita bandingkan antara pilihan mayoritas kontraktor dengan data yang ada seperti tabel di atas, maka sebenarnya dari ketiga struktur memiliki nilai yang sama. Namun, dengan adanya bobot pada setiap urutan faktor, nilai tersebut menjadi sesuai bahwa pilihan alternatif kontraktor yaitu 2 dengan kriteria yang disebutkan. Dari 4 faktor terpenting yang dipilih oleh responden yang bekerja di pihak kontraktor, data menunjukkan bahwa alternatif 2 yang paling unggul sesuai dengan urutan kepentingan faktor, dan ini sesuai dengan pilihan kontraktor dari questioner.

Dari perbedaan-perbedaan di atas, dapat dilihat bahwa perbedaan jawaban tersebut juga terkait dengan perbedaan fokus dan peran dari masing-masing pihak. Kontraktor sebagai pelaksana tentu lebih memerhatikan aspek teknis dan pelaksanaan di lapangan, sehingga hal-hal seperti biaya, mutu, dan waktu menjadi fokus. Sedangkan, owner sebagai pemilik proyek memiliki fokus yang mungkin berbeda, salah satunya pada kualitas barang dan pekerjaannya, itu sebabnya kriteria yang dipilih adalah kualitas, dan risiko-risiko.

Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut: (1) Dengan mempertimbangkan kapasitas pembangunan di Indonesia, baik dari sisi ketersediaan skilled labor, material, alat, maka alternatif model coal shed disusun menjadi 3 macam, yaitu alternatif satu yang merupakan struktur dengan sistem rangka baja, alternatif dua dengan kombinasi ready mix concrete dan steel rafter, dan alternatif tiga dengan kombinasi precast concrete dan steel rafter. (2) Penentuan pilihan alternatif Coal Shed diukur melalui peilaian pada kriteria-kriteria yang disusun dan dirangkum dari berbagai referensi mengenai karakteristik konstruksi dan coal shed itu sendiri. (3) Preferensi pilihan model alternatif secara keseluruhan adalah model alternatif 2. Sedangkan, bila dibedakan dari sisi owner dan kontraktor, pilihan owner adalah alternatif 1 sedangkan kontraktor adalah alternatif 2. Hasil ini juga sesuai dengan pengumpulan data dan

penilaian secara proporsional mengenai alternatif-alternatif tersebut bahwa berdasarkan pilihan kriteria kontraktor, akan mengarah pada pilihan alternatif 2 dan berdasarkan pilihan kriteria owner akan mengarah pada pilihan alternatif 1. Kemudian, bila dibedakan dari sisi technical team dan management team, pilihan technical team dan management team adalah alternatif 2. Hasil ini cukup sesuai dengan pengumpulan data dan penilaian secara proporsional mengenai alternatif-alternatif tersebut bahwa berdasarkan pilihan kriteria technical team, akan mengarah pada pilihan alternatif 2. Namun, berdasarkan pilihan kriteria management team akan mengarah pada pilihan alternatif 1 bukan alternatif 2.

BIBLIOGRAFI

- Abd El-Razek, M. E., Bassioni, H. A., & Mobarak, A. M. (2008). Causes of delay in building construction projects in Egypt. *Journal of Construction Engineering and Management*, 134(11), 831–841.
- Dipohusodo, I. (1996). *Manajemen Proyek & Konstruksi, Jilid 1*. Kanisius.
- Ervianto, W. I. (2023). *Manajemen proyek konstruksi*. Penerbit Andi.
- Forbes, L. H., & Ahmed, S. M. (2010). *Modern construction: lean project delivery and integrated practices*. CRC press.
- Habibi, M., Kermanshachi, S., & Rouhanizadeh, B. (2019). Identifying and measuring Engineering, Procurement, and Construction (EPC) key performance indicators and management strategies. *Infrastructures*, 4(2). <https://doi.org/10.3390/infrastructures4020014>
- Hassan, H., Mangare, J. B., & Prataxis, P. A. K. (2016). Faktor–faktor penyebab keterlambatan pada proyek konstruksi dan alternatif penyelesaiannya (Studi kasus: di Manado TOWN SQUARE III). *Jurnal Sipil Statik*, 4(11).
- Ibrahim, F., Pangeran, M. H., & Wihartanto, A. (2013). Perbandingan Hasil Pemilihan Trase Jalan Dengan Menggunakan Pendekatan AHP Dan ANP. *Diakses Dalam*.
- Irmawanto, A., & Utomo, C. (2011). Analisa Faktor Penyebab Kegagalan Proyek Konstruksi di Indonesia Studi Kasus PT. Wijaya Karya (Persero), Tbk. *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XIV*.
- Ismael, I., & Junaidi. (2014). Identifikasi Faktor - Faktor Yang Mempengaruhi Keterlambatan Pelaksanaan Pekerjaan Pada Proyek Pembangunan Gedung Di Kota Bukittinggi. *Jurnal Momentum*, 16(1).
- Khakim, Z., Anwar, M. R., & Hasyim, M. H. (2012). Studi Pemilihan Pengerjaan Beton Antara Pracetak Dan Konvensional Pada Pelaksanaan Konstruksi Gedung Dengan Metode Ahp. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 5(2).
- Oktavera, R., & Winarko, H. (2018). Analisis Kualitas Desain Pada Proyek Konstruksi Dengan Menggunakan Metode Ahp Di Pt Kuwera Pandukarya Me Surabaya. *MATRIK: Jurnal Manajemen Dan Teknik*
- Rangkuti, A. H. (2011). Teknik Pengambilan Keputusan Multi Kriteria Menggunakan Metode BAYES, MPE, CPI dan AHP. *ComTech: Computer, Mathematics and Engineering Applications*, 2(1). <https://doi.org/10.21512/comtech.v2i1.2738>
- Soetjipto, J. W., Hanafi, M. N., & Sukmawati, S. (2021). Sistem Pengambilan Keputusan Metode Konstruksi Berbasis Analytical Hierarchy Process. *Konstruksia*, 12(2). <https://doi.org/10.24853/jk.12.2.1-13>

Analisis Pemilihan Alternatif Bangunan Coal Shed dengan Metode Analysis Hierarchy Process (AHP) (Studi Kasus: Proyek PLTU Divisi EPC di PT. Utama Karya)

- Sukmawan, D., Rachmat, A., & Kadir, Y. (2020). Analisis Penentuan Tipe Fondasi Pilar Jembatan Dengan Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) (Studi Kasus. *Jurnal Techno-Socio Ekonomika*, 13(1).
- Urva, G., & Aminah, S. (2022). Implementasi Metode AHP (Analytic Hierarchy Process) dalam Pemilihan Proyek Kontruksi. *Jurnal UNITEK*, 15(2). <https://doi.org/10.52072/unitek.v15i2.405>
- Vani, M. V., & Thomas, A. V. (2022). Performance Evaluation Model For Engineering, Procurement And Construction Projects Using Performance Prism Framework. *Performance Evaluation*, 5(2).

Copyright holder:

Muhammad Ekky Gigih Prakoso (2025)

First publication right:

Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia

This article is licensed under:

