

Estimasi Biaya Proyek Pada Kontraktor Skala Kecil di Bali pada Masa Pandemi COVID-19

Ida Ayu Cri Vinantya Laksmi¹, Ni Komang Armaeni², I Wayan Jawat³.

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Warmadewa

Jalan Terompong No.24, Sumerta Kelod, Kec. Denpasar Tim., Kota Denpasar, Bali - 80239

¹E-mail: vinantyalaksmi@gmail.com

Abstrak — *Perencanaan proyek merupakan bagian dari realisasi pelaksanaan proyek. Dalam tahap perencanaan ini ada beberapa kegiatan yang dilakukan, salah satunya adalah estimasi biaya. Estimasi biaya memegang peranan penting dalam penyelenggaraan proyek, mengingat kesalahan dalam membuat estimasi proyek bisa berakibat kesalahan dalam pengambilan keputusan menjalankan proyek. Di masa pandemi Covid-19, banyak hal yang harus dipertimbangkan dalam merencanakan estimasi biaya proyek. Untuk menyelesaikan permasalahan terkait estimasi biaya proyek, dilakukan penelitian untuk mengetahui faktor serta metode yang digunakan dalam melakukan estimasi biaya. Analisis data dalam penelitian ini menggunakan metode Analytical Hierarchy Process (AHP). Hasil penelitian menunjukkan jika urutan faktor yang paling berpengaruh pada proses estimasi biaya yang dilakukan oleh kontraktor skala kecil di Bali selama pandemi Covid-19 antara lain, harga bahan dan material (14,6%), faktor harga upah (13,8%), spesifikasi proyek (12,8%), tipe bangunan (11,5%), durasi pekerjaan (10,4%), lokasi proyek (11,4%), metode yang digunakan (9,80%), sumber daya (9,50%), dan tahapan kegiatan (7,30%).*

Kata-kata kunci: *estimasi biaya, proyek, kontraktor, Bali.*

Abstract — *Project planning is part of the realization of project implementation. In this planning stage there are several activities carried out, one of which is cost estimation. Cost estimation plays an important role in project implementation, considering that mistakes in making project estimates can result in errors in making decisions to run the project. During the Covid-19 pandemic, many things must be considered in planning project cost estimates. To solve problems related to project cost estimation, research was conducted to determine the factors and methods used in estimating costs. Data analysis in this study used the Analytical Hierarchy Process (AHP) method. The results show that the order of factors that have the most influence on the cost estimation process carried out by small-scale contractors in Bali during the Covid-19 pandemic are, among others, the price of materials and materials (14.6%), the wage price factor (13.8%), project specifications (12.8%), building type (11.5%), duration of work (10.4%), project location (11.4%), methods used (9.80%), resources (9.50%), and stages of activities (7.30%).*

Keywords: *cost estimate, project, contractor, Bali.*

I. PENDAHULUAN

Selama terjadinya Pandemi Covid-19 yang melanda Bali, banyak pelaksana jasa konstruksi yang mengalami kendala selama melaksanakan proyek. Salah satu kendala yang sangat berpengaruh adalah pembengkakan biaya proyek. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan tahun 2021, terdapat beberapa faktor yang sangat berpengaruh terhadap pembengkakan biaya proyek, antara lain estimasi biaya yang tidak tepat, kesalahan dalam memilih metode kerja, produktivitas tenaga kerja yang rendah, kesalahan dimensi/ukuran pekerjaan dalam pelaksanaan, hingga sering terjadi penundaan pekerjaan (Laksmi, Jawat, & Armaeni, 2021). Berdasarkan

hasil penelitian tersebut, estimasi biaya proyek yang menjadi peringkat pertama sebagai faktor yang menyebabkan terjadinya pembengkakan biaya. Estimasi biaya merupakan nilai prediksi yang didasarkan pada faktor-faktor utama yaitu keadaan proyek, rencana kontrak, jadwal konstruksi, teknologi yang digunakan, dasar produktivitas tenaga kerja, dan metode kerja. Kegiatan estimasi adalah salah satu proses utama dalam proyek konstruksi untuk mengetahui besarnya dana yang harus disediakan untuk sebuah bangunan (Eman, Lintong, & Jansen, 2018). Sehingga estimasi biaya sangat berperan penting agar mampu menyentuh para pihak yang terlibat dalam suatu proyek, baik itu bagi

pemilik/owner, perencana maupun pihak kontraktor. Bagi pemilik, angka yang menunjukkan jumlah perkiraan biaya akan menjadi salah satu patokan untuk menentukan kelanjutan investasi. Dimana bagi kontraktor, estimasi menentukan besarnya nilai tender dan mendapatkan keuntungan financial yang akan diperoleh tergantung kepada seberapa jauh kecakapannya membuat perkiraan biaya untuk bisa merealisasikan proyek sesuai yang diharapkan. Maka dari itu penting dilakukan penelitian lanjutan untuk menyelesaikan permasalahan terkait estimasi biaya pada pihak pelaksana konstruksi (kontraktor) skala kecil di Bali untuk mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap estimasi biaya pada tahap perencanaan proyek selama masa pandemi Covid-19 sehingga tidak lagi menyebabkan timbulnya kendala berupa pembengkakan biaya.

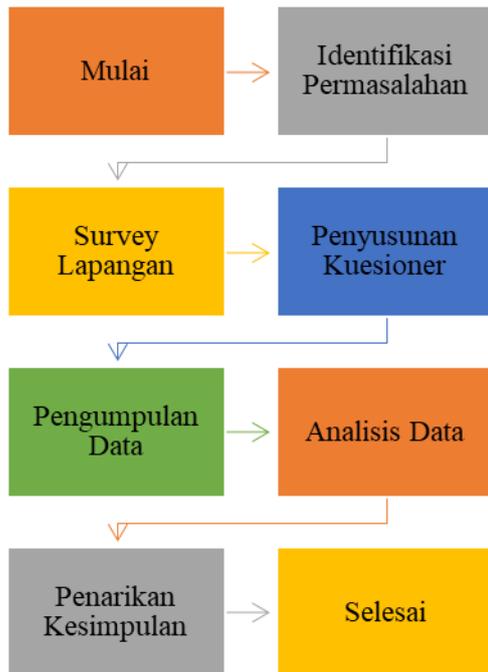
II. TINJAUAN PUSTAKA

Perencanaan didefinisikan sebagai peramalan masa yang akan datang dan perumusan kegiatan-kegiatan yang akan dilakukan untuk mencapai tujuan yang ditetapkan berdasarkan peramalan tersebut. Perencanaan tersebut berupa perencanaan prosedur, perencanaan metode kerja, perencanaan standar, perencanaan hasil, perencanaan anggaran biaya, perencanaan program (rencana kegiatan beserta jadwal) (Ervianto, 2009). Pada tahap perencanaan sangat penting untuk memperhatikan perkiraan atau estimasi biaya untuk membangun proyek karena memiliki fungsi dengan spektrum yang amat luas bagi masing-masing organisasi peserta proyek dengan penekanannya yang berbeda-beda. Estimasi biaya memegang peranan penting dalam penyelenggaraan proyek, mengingat kesalahan dalam membuat estimasi proyek bisa berakibat kesalahan dalam pengambilan keputusan menjalankan proyek. Estimasi biaya digunakan untuk menyusun anggaran dan dijadikan dasar untuk mengevaluasi performansi proyek. Proses estimasi biaya proyek merupakan proses yang memperkirakan biaya yang paling mungkin atas sumber daya yang akan digunakan yang diperlukan pada tiap aktivitas-aktivitas untuk penyelesaian proyek. Proses ini dituntut untuk menghasilkan estimasi dengan tingkat akurasi setinggi-mungkin atas tingkat defisini proyek yang ada sehingga memerlukan semua kompetensi terkait estimasi biaya dan kompetensi

atas produk yang akan dihasilkan. Estimasi biaya merupakan faktor yang kritis dalam pengelolaan biaya, waktu, dan kualitas. Oleh karena itu estimasi biaya harus menghasilkan tingkat akurasi yang sebaik-mungkin pada kondisi tingkat definisi proyek tertentu (Suanda, 2017). Kemampuan dan keberhasilan para kontraktor untuk bertahan dalam industri yang ketat persaingannya ini akan sangat tergantung pada sebaik apa mereka mampu mengatasi ketidakpastian, khususnya dalam aspek biaya. Kegiatan estimasi pada umumnya dilakukan dengan terlebih dahulu mempelajari gambar rencana dan spesifikasi. Berdasarkan gambar rencana, dapat diketahui kebutuhan material yang nantinya akan digunakan, sedangkan berdasarkan spesifikasi dapat diketahui kualitas bangunannya (Ervianto, 2009).

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada pelaku jasa konstruksi khususnya kontraktor skala kecil yang melaksanakan proyek di tengah Pandemi Covid-19 yang berada di beberapa Kabupaten yang ada di Bali. Dalam menyelesaikan penelitian ini terdapat beberapa langkah kerja yang digunakan untuk mempermudah dalam proses pelaksanaannya. Kegiatan dimulai dari mengidentifikasi permasalahan, studi literatur, survey lapangan, penyusunan kuesioner, pengumpulan data hingga analisis data yang kemudian diakhiri dengan penarikan kesimpulan. Secara singkat, metode penelitian yang digunakan disajikan dalam diagram alir penelitian sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Tahapan awal dalam penelitian ini adalah identifikasi masalah, dimana permasalahan tersebut berkaitan dengan faktor/unsur yang paling berpengaruh terhadap proses estimasi biaya proyek yang dilakukan oleh kontraktor skala kecil di Bali. Dari hasil identifikasi permasalahan tersebut, kemudian dilakukan survey langsung kepada para kontraktor untuk mendapatkan secara detail faktor-faktor yang digunakan untuk melakukan estimasi biaya. Selanjutnya dilakukan studi literatur dengan tujuan untuk mendapatkan dasar ilmu, teknik dan tata cara pengumpulan data hingga analisis data yang digunakan. Kemudian dilanjutkan dengan penyusunan kuesioner sebagai alat untuk pengumpulan data. Pertanyaan kuesioner dirancang untuk mengukur tingkat kepentingan masing-masing faktor estimasi biaya proyek. Setelah pengumpulan data melalui kuesioner, maka langkah selanjutnya adalah pengolahan dan analisis data. Metode yang digunakan adalah

metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Metode AHP digunakan karena dapat membantu memecahkan persoalan tentang factor yang paling berpengaruh terhadap estimasi biaya proyek dengan menstrukturkan hirarki yang ada dengan berbagai pertimbangan guna mengembangkan dan memecahkan permasalahan ke dalam bentuk skala bobot/prioritas (Laksmi, Jawat, & Armaeni, 2021).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, ditemukan beberapa faktor yang berpengaruh terhadap proses estimasi biaya proyek. Faktor-faktor tersebut diperoleh dari hasil wawancara dan tabulasi kuesioner. Berikut ini merupakan daftar faktor-faktor yang telah didapatkan, antara lain: tipe bangunan, lokasi, sumber daya, tahapan kegiatan, metode yang digunakan, durasi pekerjaan, harga bahan/material, harga upah, dan spesifikasi proyek. Berdasarkan faktor-faktor tersebut diatas, untuk mengetahui tingkat/peringkat faktor yang paling berpengaruh terhadap proses estimasi biaya proyek, tahap selanjutnya yang dilakukan adalah membuat perbandingan berpasangan antara setiap faktor kemudian dilakukan penilaian oleh responden dalam bentuk kuesioner. Berdasarkan hasil pengumpulan data yang telah dilakukan, hasil perbandingan berpasangan antara setiap faktor akan dijabarkan dalam matriks aljabar. Perbandingan berpasangan dan reciprocal (kebalikan) dari jawaban responden terdiri dari 36 buah perbandingan yang didapat dari rumus berikut:

$$Number\ of\ Comparisons = \frac{n \times (n - 1)}{2}$$

Penyajian hasil perhitungan matriks dari 36 perbandingan berpasangan yang terjadi disajikan dalam bentuk matriks dalam tabel berikut:

Tabel 1. Matriks perbandingan berpasangan

Faktor	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A	1,000	1,247	1,361	1,683	1,033	1,022	0,826	0,808	0,814
B	0,802	1,000	1,197	1,431	1,172	1,097	0,650	0,722	0,780
C	0,735	0,835	1,000	1,290	0,965	1,000	0,679	0,740	0,743
D	0,594	0,699	0,775	1,000	0,780	0,582	0,603	0,491	0,611
E	0,968	0,853	1,036	1,282	1,000	0,964	0,670	0,697	0,819
F	0,978	0,911	1,000	1,717	1,037	1,000	0,760	0,748	0,714
G	1,211	1,537	1,473	1,657	1,494	1,316	1,000	1,155	1,325
H	1,238	1,386	1,351	2,037	1,434	1,338	0,866	1,000	1,081

I	1,229	1,282	1,347	1,638	1,221	1,400	0,755	0,925	1,000
JUMLAH	8,756	9,751	10,541	13,734	10,136	9,720	6,808	7,284	7,887

Setelah matriks perbandingan berpasangan diperoleh, langkah selanjutnya yang dilakukan adalah melakukan normalisasi matriks. Normalisasi matriks merupakan suatu bobot relatif untuk masing-masing elemen pada setiap kolom yang dibandingkan dengan jumlah masing-masing elemen (Asja, 2013). Selain melakukan normalisasi matriks, perhitungan terhadap eigen faktor juga dilakukan. Eigen faktor utama didapatkan dengan merata-ratakan penjumlahan pada setiap baris matriks. Proses yang dapat dilakukan untuk mendapatkan hasil normalisasi matriks dan nilai eigen vector adalah sebagai berikut:

- Sel A/A merupakan perbandingan kriteria A/A dibagi dengan jumlah kolom pada evaluasi A, yaitu $1,000/8,756 = 0,114$.
- Sel A/B merupakan perbandingan kriteria A/B dibagi dengan jumlah kolom

pada evaluasi B, yaitu $1,247/9,751 = 0,128$.

- Sel A/C merupakan perbandingan kriteria A/C dibagi dengan jumlah kolom pada evaluasi C, yaitu $1,361/10,541 = 0,129$. Begitu juga selanjutnya.
- Jumlah dari baris A adalah sebesar 1,036, sehingga nilai eigen vektor baris A adalah rata-rata dari baris A, yaitu $1,036/9 = 0,115$.
- Nilai eigen vektor baris B adalah rata-rata dari baris B, yaitu $0,934/9 = 0,104$, begitu juga seterusnya.

Hasil dari perhitungan normalisasi matriks dan nilai eigen vector secara lengkap dijabarkan dalam tabel berikut ini.

Tabel 2. Normalisasi matriks dan *Eigen Vector*

Faktor	A	B	C	D	E	F	G	H	I	JUMLAH	EIGEN VEKTOR
A	0,114	0,128	0,129	0,123	0,102	0,105	0,121	0,111	0,103	1,036	0,115
B	0,092	0,103	0,114	0,104	0,116	0,113	0,096	0,099	0,099	0,934	0,104
C	0,084	0,086	0,095	0,094	0,095	0,103	0,100	0,102	0,094	0,852	0,095
D	0,068	0,072	0,074	0,073	0,077	0,060	0,089	0,067	0,077	0,656	0,073
E	0,111	0,088	0,098	0,093	0,099	0,099	0,098	0,096	0,104	0,885	0,098
F	0,112	0,093	0,095	0,125	0,102	0,103	0,112	0,103	0,091	0,935	0,104
G	0,138	0,158	0,140	0,121	0,147	0,135	0,147	0,159	0,168	1,313	0,146
H	0,141	0,142	0,128	0,148	0,141	0,138	0,127	0,137	0,137	1,241	0,138
I	0,140	0,131	0,128	0,119	0,120	0,144	0,111	0,127	0,127	1,148	0,128
JUMLAH	1,000	9,000	1,000								

Setelah nilai eigen vector diperoleh, dilanjutkan dengan melakukan perhitungan lambda maksimum. Nilai lambda maksimum diperoleh dari matriks aljabar yang dikalikan dengan eigen vektor pada iterasi pertama. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, besarnya nilai lambda maksimum yang diperoleh adalah sebesar 9,029. Tahap selanjutnya setelah mendapatkan nilai lambda maksimum adalah mengukur rasio konsistensi. Pengukuran konsistensi dari suatu matriks itu sendiri didasarkan atas eigen value maksimum. Indeks konsistensi dari matriks berordo dapat diperoleh dengan rumus berikut:

$$\text{Indeks konsistensi} = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1}$$

dimana:

- λ = nilai lambda
- n = jumlah kriteria/faktor

Pengujian konsistensi dilakukan pada masing-masing hasil penilaian pada lembar kuesioner yang telah memberikan penilaian. Uji konsistensi dilakukan dengan menyusun tingkat kepentingan relatif pada masing-masing kriteria sebagai relatif ternormalisasi. Rasio konsistensi dilakukan untuk memeriksa konsistensi hirarki. Jika nilainya lebih dari 10% maka penilaian data judgement harus diperbaiki dengan melakukan perbaikan normalisasi dengan membuat matriks aljabar baru dari nilai eigen vektor setelah normalisasi, setelah melakukan normalisasi selanjutnya mencari nilai eigen vektor, dan mencari nilai lambda

maksimum sampai ditemukan nilai $CR \leq 10\%$. Makin besar ukuran matriksnya, makin tinggi tingkat inkonsistensi yang dapat dihasilkan. Nilai rasio konsistensi adalah sebagai berikut:

Ukuran Matriks	Nilai RI
1	00,00
2	0,00
3	0,58
4	0,90
5	1,12
6	1,24
7	1,32
8	1,41
9	1,45
10	1,49

$$\text{Indeks konsistensi} = (9,029 - 9) / (9 - 1) = 0,003$$

$$RI = 1,45$$

$$\text{Rasio konsistensi (CR)} = 0,003 / 1,45 = 0,003$$

Berdasarkan hasil perhitungan rasio konsistensi, dapat disimpulkan jika $CR < 0,1$, maka matriks dinyatakan konsisten.

Tahap perhitungan selanjutnya adalah menghitung iterasi matriks berpasangan. iterasi dilakukan terus-menerus hingga ditemukan hasil selisih antar iterasi 0,000 atau tidak mengalami perubahan (=0), nilai iterasi yang di peroleh tersebut selanjutnya menjadi urutan prioritas. Untuk mendapatkan iterasi pertama matriks aljabar dengan mengalikan baris pertama pada matriks aljabar dengan kolom pertama dan begitu juga seterusnya. Hasil iterasi pada matriks aljabar disajikan dalam tabel sebagai berikut.

Tabel 4. Iterasi pertama patriks

A	B	C	D	E	F	G	H	I	JUMLAH	EIGEN VEKTOR
9,000	10,051	11,015	14,330	10,599	10,056	7,184	7,539	8,182	87,955	0,115
8,182	9,000	9,891	12,967	9,541	9,089	6,471	6,789	7,361	79,291	0,104
7,470	8,244	9,000	11,814	8,693	8,273	5,893	6,200	6,727	72,314	0,095
5,733	6,374	6,962	9,000	6,696	6,373	4,529	4,781	5,211	55,658	0,073
7,768	8,599	9,401	12,277	9,000	8,598	6,125	6,440	6,973	75,180	0,098
8,170	9,082	9,919	12,955	9,536	9,000	6,516	6,787	7,391	79,355	0,104
11,514	12,746	13,928	18,148	13,393	12,836	9,000	9,551	10,352	111,469	0,146
10,866	12,028	13,182	17,224	12,666	12,036	8,595	9,000	9,776	105,374	0,138
10,059	11,125	12,197	16,018	11,696	11,171	7,942	8,337	9,000	97,546	0,128
78,761	87,249	95,495	124,733	91,820	87,431	62,256	65,423	70,974	764,142	1,000

Tabel 5. Iterasi kedua matriks

A	B	C	D	E	F	G	H	I	JUMLAH	EIGEN VEKTOR
739,081	818,789	896,051	1170,065	861,673	820,274	584,386	614,060	666,329	7170,710	0,115
666,190	738,050	807,692	1054,670	776,702	739,380	526,758	553,506	600,624	6463,572	0,104
607,639	673,180	736,704	961,979	708,438	674,397	480,462	504,858	547,833	5895,490	0,095
467,937	518,403	567,324	740,821	545,557	519,344	369,999	388,782	421,873	4540,040	0,073
631,665	699,795	765,831	1000,015	736,452	701,063	499,460	524,820	569,496	6128,597	0,098
666,911	738,837	808,558	1055,809	777,537	740,187	527,317	554,102	601,265	6470,524	0,104
936,438	1037,443	1135,341	1482,526	1091,784	1039,308	740,458	778,041	844,273	9085,611	0,146
885,232	980,712	1073,254	1401,443	1032,079	982,489	699,953	735,497	798,105	8588,764	0,138
819,187	907,547	993,183	1296,876	955,083	909,185	647,735	680,626	738,569	7947,991	0,128
6420,280	7112,756	7783,938	10164,204	7485,307	7125,627	5076,529	5334,291	5788,368	62291,298	1,000

Nilai selisih antara eigen vector pada iterasi pertama dan iterasi kedua adalah sebesar 0,000. Maka dari itu bobot elemen dari setiap factor dapat dihitung, Bobot elemen diperoleh dari nilai masing-masing eigen vektor pada iterasi kedua yang dinyatakan dalam persentase bobot untuk menentukan ranking berdasarkan nilai eigen vektor terbesar hingga terendah. Berdasarkan bobot prioritas setiap faktor maka diperoleh prioritas faktor yang paling berpengaruh terhadap estimasi biaya proyek yang dilakukan kontraktor

selama masa pandemi Covid-19 ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Bobot dan perankingan faktor estimasi biaya

Faktor		Bobot	Ranking
A	Tipe bangunan	0,115 (11,5%)	4
B	Lokasi	0,104 (11,4%)	6
C	Sumber daya	0,095 (9,50%)	8
D	Tahapan kegiatan	0,073 (7,30%)	9
E	Metode yang digunakan	0,098 (9,80%)	7
F	Durasi pekerjaan	0,104 (10,4%)	5
G	Harga Bahan/material	0,146 (14,6%)	1
H	Harga upah	0,138 (13,8%)	2
I	Spesifikasi proyek	0,128 (12,8%)	3

Berdasarkan hasil pada Tabel 6 dapat diketahui jika secara berurutan factor yang paling berpengaruh terhadap proses estimasi biaya yang dilakukan oleh kontraktor skala kecil di Bali selama pandemi Covid-19, yaitu harga bahan dan material menjadi faktor pertama dalam proses estimasi biaya dengan persentase sebesar 14,6%. Selanjutnya di posisi kedua adalah faktor harga upah dengan bobot sebesar 13,8%, spesifikasi proyek sebesar 12,8% ada pada posisi ketiga, tipe bangunan sebesar 11,5% pada posisi keempat, posisi kelima adalah durasi pekerjaan sebesar 10,4%, pada posisi keenam adalah lokasi proyek sebesar 11,4%, metode yang digunakan sebesar 9,80%, sumber daya sebesar 9,50%, dan tahapan kegiatan sebesar 7,30% yang masing-masing menduduki posisi ketujuh, kedelapan dan kesembilan.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data yang dilakukan, dapat ditarik kesimpulan jika faktor yang paling berpengaruh terhadap proses estimasi biaya proyek yang dilakukan oleh kontraktor skala kecil di Bali selama pandemi Covid-19 secara berurutan adalah sebagai berikut: harga bahan dan material dengan persentase sebesar 14,6%, faktor harga upah dengan bobot sebesar 13,8%, spesifikasi proyek sebesar 12,8%, tipe bangunan sebesar 11,5%, durasi pekerjaan sebesar 10,4%, lokasi proyek sebesar 11,4%, metode yang digunakan sebesar 9,80%, sumber daya sebesar 9,50%, dan tahapan kegiatan mempunyai persentase sebesar 7,30%.

DAFTAR PUSTAKA

- Asja, M. A. (2013). *Pengantar Penggunaan AHP (Analytical Hierarchy Process) dalam Pengambilan Keputusan*. Retrieved December 14, 2017, from <http://mawardisyana.blogspot.co.id/2013/04/pengantar-penggunaan-ahp-analytical.html>
- Dimiyati, H., & Nurjaman, K. (2014). *Manajemen Proyek*. Bandung: CV Pustaka Setia.
- Dwiyanto, G. E. (2020). *Analisis Estimasi Biaya dengan Metode Cost Significant Model pada Konstruksi Jembatan Rangka Baja di Provinsi Sulawesi Selatan*. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Eman, P. A., Lintong, E., & Jansen, F. (2018). Estimasi Biaya Konstruksi Menggunakan Metode Parameter Pada Proyek Pemeliharaan Berkala Jalan Di Kota Manado. *Jurnal Ilmiah Media Engineering Vol.8 No.2*, 1033.
- Ervianto, W. (2009). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Jakarta: Graha Ilmu.
- Husen, A. (2011). *Manajemen Proyek*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Laksmi, I. C., Jawat, & Armaeni. (2021). Faktor Pembengkakan Biaya Proyek Selama Pandemi Covid-19 Pada Kontraktor Skala Kecil di Bali. *Fropil*, 78-85.
- Monica, Widi, & Sugiyarto. (2017). Analisis Risiko Konstruksi Struktur Bore Pile Pada Proyek Dengan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP). *Matriks Teknik Sipil*, 598-604.
- Soeharto, I. (1997). *Manajemen Proyek*. Jakarta: Erlangga.
- Suanda, B. (2017). *Advanced and Effective Project Management Jilid 1*. Jakarta: PT PP (Persero) Tbk.
- Sugiyono. (2010). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sumardi. (2018). *Estimasi Biaya dan Manajemen Proyek Konstruksi*. Malang: Polinema Press.