

Analisis Faktor-Faktor Penyebab Keterlambatan Menggunakan Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) pada Pelaksanaan Peroyek Instalasi Perpipaan Air Limbah (IPAL) Kota Makassar Zona Barat Laut (Paket C1)

Muh. Risal Mahendra D., Rahmat Efendi, St. Fatmah Aرسال*

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia

*fathma.arsal@umi.ac.id

Diajukan: 18 November 2025, Revisi: 21 Desember 2025, Diterima: 17 Januari 2026

Abstract

Makassar City Wastewater Piping Plant Project which is a form of activity that takes place within a limited period of time. However, conditions in the field are now not in accordance with what has been planned so it is suspected to experience delays. The purpose of this study is to find out what factors cause delays in the implementation of the project, as well as to find out the most influential factors for delays in project implementation using the Analytical Hierarchy Process (AHP) method. The results of the analysis conducted, there are 5 dominant factors causing delays, Material Criteria (0.2970) the most influential sub-criteria are Material changes in form, function, and specifications, Labor Criteria (0.1732) sub-criteria namely Inadequate labor ability, Equipment Criteria (0.0884) the most influential sub-criteria are Inadequate manpower ability, Financial Criteria (0.1630) the most influential sub-criterion is Unexpected costs, and Environment and Natural Criteria (0.2785) the most influential sub-criterion is Landslides due to heavy rain.

Keywords: Analytical Hierarchy Process, Project Delay, WWTP

Abstrak

Proyek Instalasi Perpipaan Air Limbah Kota Makassar yang merupakan bentuk kegiatan yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas. Namun kondisi di lapangan kini belum sesuai dengan apa yang telah di rencanakan sehingga diduga mengalami keterlambatan. Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor apa saja yang menyebabkan keterlambatan terhadap pelaksanaan proyek tersebut, juga untuk mengetahui faktor yang paling berpengaruh terhadap keterlambatan pada pelaksanaan proyek dengan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Hasil dari analisis yang dilakukan, terdapat 5 faktor dominan penyebab keterlambatan, Kriteria Material (0,2970) sub-kriteria yang paling berpengaruh yaitu Perubahan material bentuk, fungsi, dan spesifikasi, Kriteria Tenaga Kerja (0,1732) sub-kriteria yaitu Kemampuan tenaga kerja tidak memadai, Kriteria Peralatan (0,0884) sub-kriteria yang paling berpengaruh yaitu Kemampuan tenaga kerja yang tidak memadai, Kriteria Keuangan (0,1630) sub-kriteria yang paling berpengaruh yaitu Biaya tak terduga, dan Kriteria Lingkungan dan Alam (0,2785) sub-kriteria yang paling berpengaruh yaitu Tanah longsor akibat hujan deras.

Kata Kunci: *Analytical Hierarchy Process*, Keterlambatan Proyek, IPAL

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Instalasi perpipaan air limbah merupakan salah satu proyek infrastruktur penting dalam meningkatkan kualitas lingkungan di suatu daerah. Namun, dalam praktiknya, seringkali terjadi keterlambatan dalam pelaksanaan proyek. Keterlambatan pelaksanaan proyek Instalasi perpipaan air limbah dapat berdampak negatif terhadap masyarakat, lingkungan, dan Instalasi berkelanjutan.

Pada umumnya, keterlambatan pelaksanaan proyek Instalasi perpipaan air limbah disebabkan oleh berbagai faktor yang kompleks. Beberapa faktor penting yang sering menjadi penyebab keterlambatan tersebut meliputi faktor teknis, manajerial, kebijakan, sosial, material, dan keuangan. Faktor-faktor tersebut merupakan faktor yang dapat mempengaruhi keterlambatan pelaksanaan proyek Instalasi perpipaan air limbah (Nainggolan, 2012)

Proyek Instalasi Perpipaan Air Limbah Kota Makassar yang mana merupakan suatu kegiatan dalam waktu yang telah ditentukan dengan kapasitas sumberdaya terbatas tujuannya mendapatkan hasil bangunan atau infrastruktur. Tetapi realitanya dilokasi diduga mengalami keterlambatan sehingga belum sesuai dengan perencanaan.

Keterlambatan proyek konstruksi dapat didefinisikan sebagai terlewatnya batas waktu penyelesaian proyek dari waktu yang telah ditentukan dalam kontrak, atau dari waktu yang disetujui oleh pihak-pihak yang terkait dalam penyelesaian suatu proyek. (Desyllia et al., 2014)

Faktor material juga memiliki peran penting dalam pelaksanaan proyek Instalasi perpipaan air limbah. Keterlambatan dalam pengiriman atau kualitas material yang tidak memenuhi standar dapat mempengaruhi progres pekerjaan dan menyebabkan penundaan.

Faktor keuangan juga menjadi faktor yang krusial dalam pelaksanaan proyek Instalasi perpipaan air limbah. Terbatasnya sumber daya keuangan, keterlambatan dalam pengalokasian anggaran, atau ketidakpastian dalam pembiayaan proyek dapat menjadi hambatan yang signifikan dalam pelaksanaan proyek.

(Buya et al., 2022) Penelitian sebelumnya telah mengidentifikasi faktor-faktor tersebut sebagai penyebab keterlambatan pelaksanaan proyek konstruksi secara umum. Namun, masih terbatasnya penelitian yang secara khusus memfokuskan pada proyek Instalasi perpipaan air limbah. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis faktor-faktor penyebab keterlambatan pelaksanaan proyek Instalasi perpipaan air limbah dengan lebih rinci dan spesifik, termasuk analisis faktor cuaca, material, dan keuangan. (Dewi et al., 2019).

Dengan pemahaman yang lebih baik tentang faktor-faktor penyebab keterlambatan pelaksanaan proyek Instalasi perpipaan air limbah, diharapkan dapat diambil tindakan yang tepat untuk mengurangi keterlambatan, meningkatkan efisiensi, dan mencapai tujuan Instalasi proyek secara efektif. Selain itu, hasil penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi masukan bagi pihak terkait, seperti pemerintah daerah, pengembang proyek, dan kontraktor, dalam perencanaan dan pelaksanaan proyek.

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan:

1. Untuk mengetahui faktor apa saja yang dominan menyebabkan keterlambatan terhadap Pelaksanaan Proyek Instalasi Perpipaan Air Limbah Kota Makassar Zona Barat Laut (Paket C1).
2. Untuk mengetahui faktor yang paling berpengaruh terhadap keterlambatan pada Pelaksanaan Proyek Instalasi Perpipaan Air Limbah Kota Makassar Zona Barat Laut (Paket C1).

2. METODE PENELITIAN

2.1. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data pada penelitian ini antara lain sebagai berikut :

1. Pengamatan atau observasi sebagai tujuan penelitian mengenai faktor yang dilakukan langsung pada proyek Instalasi Perpipaan Air Limbah Kota Makassar Zona Barat Laut (Paket C1).
2. Kuesioner, pengumpulan dilakukan dengan cara menyebarkan beberapa angket kuesioner yang didalamnya berisi sejumlah pertanyaan mengenai faktor-faktor penyebab keterlambatan pekerjaan proyek yang diberikan kepada beberapa anggota project manager pada proyek Instalasi Perpipaan Air Limbah (IPAL) Kota Makassar Zona Barat Laut (Paket C1). Lalu jenis angket kuesioner pada penelitian kali ini adalah dengan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)* yaitu *pairwise comparison survey* atau survei perbandingan berpasangan, yang isinya membandingkan antara satu pilihan dengan pilihan lainnya.
3. Studi Literatur atau Kepustakaan, pengumpulan data dilakukan dengan melakukan studi penelaahan terhadap literatur-literatur, artikel- artikel, buku-buku teori yang relevan, dan literatur lainnya yang berkaitan dengan penelitian ini yang ada hubungannya dengan faktor penyebab keterlambatan proyek.

2.2. Metode Analisa Data

Analytic hierarchy process (AHP)

Menurut (Saaty T. L., 2009) *Analytical Hierarchy Process (AHP)* adalah metode pengukuran dengan survei perbandingan berpasangan (*Pairwise Comparison Survey*) dan berkaitan dengan pemberian nilai dari para ahli untuk mendapatkan bobot prioritas.

Menurut (Saaty T. L., 2009) mengemukakan prosedur atau langkah-langkah dalam metode AHP meliputi :

a) Penyusunan prioritas

(Elektro & Widhiawati, 2009) Setiap elemen yang terdapat dalam hirarki harus diketahui bobot relatifnya satu sama lain. Tujuannya adalah untuk mengetahui tingkat kepentingan pihak — pihak yang berkepentingan dalam permasalahan terhadap kriteria dan struktur hirarki atau sistem secara keseluruhan. (Marioga et al., 2021)

b) *Eigen value* dan *eigen vector*

(Maddeppungeng et al., 2020) Setelah pengambil keputusan (*decision maker*). Untuk mengetahui kriteria mana yang paling penting, dibuat sebuah matriks perbandingan pada setiap tingkatan. Berikut ini adalah definisi mengenai matriks dan vector.

1. Matriks

Matriks adalah kumpulan unsur-unsur (bilangan kompleks, variabel) yang tersusun dalam baris dan kolom serta disusun dalam bujur sangkar. Suatu matriks biasanya terdiri dari m baris dan n kolom, sehingga ukuran (ordo) matriks tersebut adalah $m \times n$. Jika $m = n$ maka matriks dikatakan persegi. Skalar berada pada baris ke- i dan kolom ke- j , disebut matriks masukan (ij). (Wahyuningsih et al., 2023)

2. Vektor dari n dimensi

Vektor berdimensi n adalah barisan yang terdiri dari n jumlah elemen. Array ini diurutkan baris demi baris dari kiri ke kanan (disebut vektor baris terurut $1 \times n$ atau vektor baris) atau kolom demi kolom dari atas. Semua himpunan vektor dengan n komponen yang mempunyai kata real (disebut vektor kolom atau vektor kolom berorde $n \times 1$) dilambangkan dengan R' .

3. Prioritas, *Eigen value* dan *eigen vector*

Untuk mencari setiap nilai dalam matriks berukuran mxn: Semua nilai matriks pada setiap kolom dibandingkan dengan nilai matriks dan dijumlahkan untuk setiap baris. Nilai semua baris matriks yang dihitung digabung menjadi satu. Untuk mencari nilai pertama, Anda harus membandingkan nilai total baris matriks dengan nilai total kolom hasil perhitungan. Nilai eigen diperoleh dari penjumlahan nilai awal matriks dan frekuensi nilai awal. Nilai eigen adalah jumlah nilai eigen dibagi sistem matriks, atau n. (Adil et al., 2022)

c) Uji konsistensi indeks dan rasio

Yang membedakan AHP dengan model keputusan lainnya adalah tidak adanya persyaratan konsistensi. Karena model AHP menggunakan opini pengambil keputusan sebagai masukan, inkonsistensi mungkin timbul karena orang mempunyai keterbatasan dalam representasi opini mereka, terutama ketika beberapa kriteria harus dibandingkan. Berdasarkan kondisi tersebut, pengambil keputusan dapat leluasa menyampaikan pandangannya tanpa harus khawatir apakah pandangannya akan konsisten di masa mendatang. Urutan matriks itu sendiri bergantung pada nilai eigen maksimum. Hal ini diperoleh dengan rumus (1) sebagai berikut:

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

- CI = Rasio penyimpangan (deviasi) konsistensi (*consistency indeks*)
- λ_{maks} = *eigenvector* terbesar pada matriks berordo n
- n = Orde Matriks

(Bernasconi et al., 2010) Dengan melihat hasil dari nilai CI jika bernilai sama dengan 0 atau lebih kecil dari 0,1 maka matriks perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*) tersebut konsisten atau valid. Batas *inconsistency* yang ditetapkan oleh Thomas L. Saaty ditentukan dengan menggunakan Rasio Konsistensi (*CR*), yaitu perbandingan indeks konsistensi dengan nilai random indeks (*RI*). Rasio Konsistensi dapat dirumuskan pada rumus (2) sebagai berikut :

$$CR = \frac{CI}{RI} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

- CR = Rasio Konsistensi
- CI = Rasio penyimpangan (deviasi) konsistensi (*consistency indeks*)
- RI = Indeks Random

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Membuat matriks perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*) antar kriteria

Pada tingkat/level I (kriteria utama) nilai yang dihitung yaitu: Material, Tenaga Kerja, Peralatan, Keuangan, dan Lingkungan.

Tabel 1. Matriks Perbandingan Berpasangan Kriteria Utama

Kriteria	Material	Tenaga Kerja	Peralatan	Keuangan	Lingkungan
Material	1,000	1,167	3,000	2,600	1,300

Kriteria	Material	Tenaga Kerja	Peralatan	Keuangan	Lingkungan
Tenaga Kerja	0,857	1,000	2,300	0,517	0,707
Peralatan	0,333	0,435	1,000	0,633	0,347
Keuangan	0,385	1,935	1,579	1,000	0,367
Lingkungan	0,769	1,415	2,885	2,727	1,000
Jumlah	3,344	5,952	10,764	7,477	3,720

Sumber: Olah Data Menggunakan Microsoft Excel

3.2. Menetapkan bobot prioritas kriteria dengan menentukan *eigenvector*

Setelah matriks perbandingan berpasangan dibuat, selanjutnya dilakukan penetapan prioritas kriteria dengan cara mengkuadratkan matriks rating (desimal) lalu menjumlahkan setiap baris dari matriks kuadrat tersebut, lalu normalisasi untuk mendapatkan nilai *eigenvector*. Perhitungannya dilakukan dengan cara menjumlahkan semua nilai tiap baris dan membaginya dengan jumlah elemen untuk mendapatkan rata-rata. Sehingga didapat matriks hasil normalisasi sebagai berikut:

Tabel 2. Bobot Prioritas Kriteria Utama

	M	TK	P	K	L	Jumlah	Bobot Prioritas (e.v)
M	5,000	10,510	16,539	11,248	5,418	48,714	0,297
TK	3,223	5,000	10,026	6,646	3,514	28,409	0,173
P	1,550	2,975	5,000	3,303	1,666	14,494	0,088
K	3,237	5,525	9,821	5,000	3,148	26,731	0,163
L	4,762	10,260	15,638	10,013	5,000	45,673	0,278
Jumlah	17,771	34,270	57,023	36,210	18,747	164,021	1

Berdasarkan tabel di atas, diperoleh bobot prioritas Kriteria utama sebagai berikut:

- Prioritas pertama, Kriteria Material dengan bobot yaitu 0,297
- Prioritas kedua, Kriteria Tenaga Kerja dengan bobot yaitu 0,173
- Prioritas ketiga, Kriteria Peralatan dengan bobot yaitu 0,088
- Prioritas keempat, Kriteria Keuangan dengan bobot yaitu 0,163
- Prioritas kelima, Kriteria Lingkungan dengan bobot yaitu 0,278

3.3. Mengukur konsistensi logis dengan menguji *Consistency Index (CI)* dan *Consistency Ratio (CR)* Kriteria

- Mencari nilai Vektor [A] = Matriks Awal dikalikan dengan Bobot Prioritas (*Eigenvector*):

Tabel 3. Bobot prioritas kriteria utama

M	TK	P	K	L	Bobot Prioritas (e.v)	Vektor [A]
---	----	---	---	---	-----------------------	------------

M	1,000	1,167	3,000	2,600	1,300	0,297	1,550
TK	0,857	1,000	2,300	0,517	0,707	0,173	0,912
P	0,333	0,435	1,000	0,633	0,347	0,088	0,462
K	0,385	1,935	1,579	1,000	0,367	0,163	0,854
L	0,769	1,415	2,885	2,727	1,000	0,278	1,451
Maximum Eigenvalue (λ_{max})							5,234
Consistency Indeks (CI)							0,058
Consistency Ratio (CR)							0,052

b. Mencari nilai Vektor B:

$$B = \frac{\text{Vektor [A]}}{\text{Bobot Prioritas}}$$

$$B = \left| \begin{array}{ccccc} 1,550 & 0,912 & 0,462 & 0,854 & 1,451 \\ 0,297 & 0,173 & 0,088 & 0,163 & 0,278 \end{array} \right| B = |5,219 \quad 5,265 \quad 5,233 \quad 5,241 \quad 5,212|$$

c. Mencari *Maximum Eigenvalue*:

$$\lambda_{max} = \frac{\text{Jumlah elemen pada matriks } B^n}{n}$$

$$= \frac{5,219 + 5,265 + 5,233 + 5,241 + 5,212}{5} = 5,234$$

d. Mengukur *Consistency Index* (CI)

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

$$CI = \frac{5,234 - 5}{5 - 1} = 0,058$$

e. *Random Indeks* (RI)

Tabel 4. Random Indeks (RI)

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

Sumber: Saaty (1990)

f. Mengukur *Consistency Rasio* (CR)

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

$$= \frac{0,058}{1,12}$$

$$= 0,052 < 0,1 \text{ (Konsisten)}$$

Dari pengukuran *Consistency Ratio* diatas maka didapat CR tidak melebihi 0,1 atau 10% ($CR = 0,052 < 0,1$) yang artinya data perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*) kriteria utama Konsisten/valid.

3.4. Prioritas Global (*Global Priority*) Analisis Ranking Faktor Keterlambatan Proyek

Jika kriteria dan sub-kriteria semua telah didapat, setelah itu maka dilakukan rekap, dimana tujuannya untuk didapatkannya bobot alternatif atau bobot keseluruhan dari kriteria-kriteria yang ada. Selanjutnya hasil dari prioritas global keseluruhan didapat sebagai berikut:

Tabel 5. Pembobotan Prioritas Global Keseluruhan

Level 0	Level 1	Bobot	Level 2	Bobot	Bobot	Prioritas
Tujuan	Kriteria	Relatif	Sub-Kriteria	Relatif	Keseluruhan	
Prioritas Kriteria Penyebab Keterlambatan Penyelesaian Proyek	Material	0,2970	Kekurangan bahan konstruksi	0,116	0,034	9
			Perubahan material bentuk, fungsi, dan spesifikasi	0,417	0,124	1
			Keterlambatan pabrikasi khusus perpipaan	0,103	0,031	11
			Keterlambatan pengiriman material bahan	0,278	0,083	5
			Kerusakan bahan di tempat penyimpanan	0,086	0,025	16
	Tenaga Kerja	0,1732	Produktivitas tenaga kerja yang rendah	0,080	0,014	21
			Kemampuan tenaga kerja tidak memadai	0,483	0,084	4
			Kekurangan tenaga kerja	0,149	0,026	14
			Terdapat kecelakaan kerja	0,094	0,016	20
			Kemampuan mandor atau operator yang kurang	0,194	0,034	10
	Peralatan	0,0884	Kerusakan/kehilangan peralatan di lapangan	0,138	0,012	22
			Keterlambatan pengiriman peralatan	0,238	0,021	18
			Kurang memadainya peralatan/perlengkapan	0,122	0,011	23
			Kekurangan peralatan	0,502	0,044	8
	Keuangan	0,1630	Masalah finansial dari owner	0,149	0,024	17
			Kenaikan harga material	0,172	0,028	12
			Biaya tak terduga/eskalasi	0,561	0,092	3
			Keterlambatan proses pembayaran oleh Owner	0,118	0,019	19
				0,2785	Kontur tanah yang tidak teratur	0,092

Level 0	Level 1	Bobot	Level 2	Bobot	Bobot	Prioritas
Tujuan	Kriteria	Relatif	Sub-Kriteria	Relatif	Keseluruhan	
			Hujan pada aktifitas konstruksi	0,173	0,048	7
	Lingkungan & Alam		Arus lalu lintas	0,099	0,028	13
			Tanah longsor akibat hujan deras	0,409	0,114	2
			Lingkungan sekitar lokasi proyek	0,227	0,063	6

3.5. Rekap Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian prioritas keseluruhan responden menunjukkan bahwa yang menjadi faktor dominan penyebab keterlambatan penyelesaian pekerjaan proyek perpipaan air limbah kota Makassar Zona Barat Laut (Paket C1) adalah sebagai berikut, kriteria Material dengan bobot 0,2970 yaitu Perubahan material bentuk, fungsi, dan spesifikasi, Tenaga Kerja dengan bobot 0,1732 yaitu Kemampuan tenaga kerja tidak memadai, Peralatan dengan bobot 0,0884 yaitu Kekurangan peralatan, Keuangan dengan bobot 0,1630 yaitu Biaya tak terduga/eskalasi kemudian selanjutnya Lingkungan & Alam dengan bobot 0,2785 yaitu Tanah longsor akibat hujan deras.

Nilai bobot Material yaitu Perubahan material bentuk, fungsi, dan spesifikasi merupakan faktor yang paling berpengaruh menjadi penyebab keterlambatan pekerjaan dengan persentase 12,4%.

4. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tersebut dengan menggunakan metode AHP pada pelaksanaan proyek perpipaan air limbah kota Makassar Zona Barat Laut (Paket C1), maka dapat disimpulkan:

1. Terdapat 5 faktor dominan penyebab keterlambatan penyelesaian proyek perpipaan air limbah kota Makassar dengan nilai persen varian, sebagai berikut:
 - a. Faktor Material (0,2970) dengan nilai sub-kriteria paling berpengaruh yaitu Perubahan material bentuk, fungsi, dan spesifikasi dengan bobot keseluruhan 0,124
 - b. Faktor Tenaga Kerja (0,1732) dengan nilai sub-kriteria paling berpengaruh yaitu Kemampuan tenaga kerja yang tidak memadai bobot keseluruhan (0,084).
 - c. Faktor Peralatan (0,0884) dengan nilai sub-kriteria paling berpengaruh yaitu Kekurangan peralatan dengan bobot keseluruhan (0,044).
 - d. Faktor Keuangan yaitu (0,1630) dengan nilai sub-kriteria paling berpengaruh yaitu Biaya tak terduga dengan bobot keseluruhan (0,912).
 - e. Faktor Lingkungan dan Alam (0,2785) dengan nilai sub-kriteria paling berpengaruh yaitu Tanah longsor akibat hujan deras dengan nilai varian (0,114).
2. Faktor keterlambatan yang paling berpengaruh pada proyek perpipaan air limbah kota Makassar setelah dianalisa menggunakan metode AHP (*Analitical Hierarchy Process*) adalah faktor Material yaitu Perubahan material bentuk, fungsi, dan spesifikasi (0,124) menunjukkan bahwa dalam perencanaan proyek tersebut masih terdapat kekeliruan

sehingga terjadi perubahan pada desain karena desain awal tidak sesuai dengan kondisi tanah pada proyek.

4.2. Saran

Dari hasil penelitian dengan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) pada pelaksanaan proyek instalasi perpipaan air limbah kota akassar Zona Barat Laut (Paket C1), maka penulis memberikan saran sebagai berikut:

1. Bagi pelaksana agar tidak mengubah desain sewaktu-waktu/ secara mendadak dengan kapasitas yang besar, karena apabila terjadi perubahan bentuk fungsi, dan spesifikasi/desain oleh pemilik, tentu akan membutuhkan waktu yang cukup lama serta biaya yang begitu besar.
2. Untuk penelitian selanjutnya, peneliti dapat menggunakan kriteria dan sub-kriteria yang lain sesuai dengan proyek yang akan diteliti serta menganalisa secara detail bobot juga grafik dari schedule/kurva-s yang di dapat dari pelaksana.

DAFTAR PUSTAKA

- Adil, M., Ashad, H., & Supardi, S. (2022). Analisis Faktor-Faktor Keberhasilan Pembangunan Melalui Program Pengembangan Infrastruktur Sosial Ekonomi Wilayah (PISEW) di Kawasan Perbatasan Pulau Sebatik Provinsi Kalimantan Utara. *Jurnal Konstruksi: TeKNik ...*, 01(05), 1–12. <http://pasca-umi.ac.id/index.php/kons/article/view/1077%0Ahttps://pasca-umi.ac.id/index.php/kons/article/download/1077/1222>
- Bernasconi, M., Choirat, C., & Seri, R. (2010). The analytic hierarchy process and the theory of measurement. *Management Science*, 56(4), 699–711. <https://doi.org/10.1287/mnsc.1090.1123>
- Buya, M., Ashad, H., & Watono. (2022). Analisis Faktor Keterlambatan Waktu Pelaksanaan Konstruksi Pada Pembangunan Kantor Bupati Pulau Taliabu Dengan Metode Analytic Hierarchy Process. *Jurnal KONSTRUKSI: TeKNik, InfraSTRUKtur, Dan SaIns*, 1(1), 44–53.
- Desyllia, D., Chendra, F., & Chandra, H. P. (2014). Model Faktor-faktor Penyebab Dan Dampak Keterlambatan Proyek Konstruksi Di Surabaya. *Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil*, 3(1).
- Dewi, A. . D. P., Nadiasa, M., & Savitri, P. E. E. (2019). Faktor-Faktor Penyebab Keterlambatan Penyelesaian Proyek Gedung Di Kabupaten Karangasem. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 23(1), 79–87.
- Elektro, T., & Widhiawati, I. A. R. (2009). *Analisis Faktor Faktor Penyebab ... IA. Rai Widhiawati ANALISIS FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB KETERLAMBATAN PELAKSANAAN PROYEK KONSTRUKSI* (Vol. 8, Issue 2).
- Maddeppungeng, A., Intari, D. E., & Oktafiani, A. (2020). Studi Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek Konstruksi Studi Kasus Proyek Pembangunan 6 Ruas Jalan Tol Dalam Kota Jakarta. *Konstruksia*, 11(1), 89. <https://doi.org/10.24853/jk.11.1.89-96>
- Marioga, S., Latupeirissa, J. E., & Meti. (2021). Faktor-Faktor Penyebab Keterlambatan Pada Pekerjaan Pile cap (Studi Kasus: Proyek Upgrade Trans Studio Mall Makassar). *Paulus Civil Engineering Journal (PCEJ)*, 3(3), 321–329.
- Nainggolan, R. D. (2012). Evaluasi Kebijakan Sistem Angkutan Umum Massal. *Jurnal Administrasi Pembangunan*, 1(1), 35–46.
- Wahyuningsih, S., Mulyatno, I. I. P., & Ir. Sarjito Joko Sisworo, M. S. (2023). Analisa Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek Reparasi dengan Metode Fault Tree Analysis(FTA) dan Penjadwalan Ulang dengan Critical Path Method(CPM) pada Kapal MT. Alice XXV di Galangan Semarang. *Teknik Perkapalan*, 11(1), 14–22.