

# Prioritas Risiko Pada Kinerja Biaya Pembangunan Jalan Kereta Api Padang-Pariaman Menggunakan *Analytic Hierarchy Process*

Erlina Agustin Darmawanti<sup>1</sup>, Mawardi Amin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Magister Teknik Sipil-Fakultas Teknik-Universitas Mercubuana, Jakarta  
email: [rleenaadw@gmail.com](mailto:rleenaadw@gmail.com),

<sup>2</sup>Magister Teknik Sipil-Fakultas Teknik-Universitas Mercubuana, Jakarta  
email: [mawardi@mercubuana.ac.id](mailto:mawardi@mercubuana.ac.id)

Received: 22-02-2023. Revised: 12-08-2023. Accepted: 25-02-2024.

## Abstract

*Railway construction projects are inseparable from risks, both in pre-construction, construction implementation, and post-construction. The Padang Pariaman cross railway construction project experienced delays in work and three cost addendums. The purpose of this research was to identify cost risks and find risk responses to minimize the impact of project risks. The scientific method used was the Analytic Hierarchy Process method. The Analytic Hierarchy Process method was used to determine the priority of risks that are very impactful. The advantage of the analytic hierarchy process was that before determining which alternative to choose, this method can determine the level of importance first to get a priority weight value. From the research results, it was known that the three risks that have the highest weight were the increase in the price of building materials with a weight value of 0.358, cost estimation errors with a weight value of 0.178 and changed in fuel price policy with a weight value of 0.151. The risk response to the increase in the price of building materials and change in fuel price policy was that if the increase in the price of building materials reaches 5% of the initial price, this was still within the contractor's risk limit. If the price increase was more than 10-15%, it was necessary to conduct a review or escalation, and the agreed contract value included possible costs due to other cost increase and decrease, the risk response for cost estimation errors was to take a market data comparison approach in the estimate.*

**Keywords:** *Analytic Hierarchy Process (AHP); risk; cost; response*

## Abstrak

Proyek pembangunan jalan kereta api tidak terlepas dari risiko, baik pada pra konstruksi, pelaksanaan konstruksi, maupun pasca konstruksi. Proyek pembangunan jalan kereta api lintas Padang – Pariaman terjadi keterlambatan pekerjaan dan tiga kali adendum biaya. Tujuan penelitian ini untuk mengidentifikasi risiko biaya serta mencari respon risiko guna meminimalisasi terjadinya dampak risiko proyek tersebut. Metode ilmiah yang digunakan adalah metode *Analytic Hierarchy Process*. Metode *Analytic Hierarchy Process* digunakan untuk menentukan prioritas risiko yang sangat berdampak. Adapun kelebihan *Analytic Hierarchy Process* adalah sebelum menentukan alternatif mana yang akan dipilih, metode ini dapat menentukan tingkat kepentingannya terlebih dahulu untuk mendapatkan nilai bobot prioritas. Dari hasil penelitian diketahui tiga risiko yang mempunyai bobot tertinggi yaitu kenaikan harga bahan bangunan dengan nilai bobot 0,358, kesalahan estimasi biaya dengan nilai bobot 0,178 dan perubahan kebijakan harga BBM dengan nilai bobot 0,151. Respons risiko kenaikan harga bahan bangunan dan perubahan kebijakan harga BBM yaitu jika kenaikan harga bahan bangunan mencapai 5% dari harga awal, hal ini masih dalam batas risiko kontraktor. Jika kenaikan harga lebih dari 10-15%, maka perlu dilakukan peninjauan kembali atau eskalasi, dan nilai kontrak yang disepakati sudah termasuk biaya kemungkinan akibat kenaikan dan penurunan biaya yang lain, respon risiko untuk kesalahan estimasi biaya yaitu dengan melakukan pendekatan perbandingan data pasar dalam estimasi.

**Kata kunci:** *Analytic Hierarchy Process (AHP); risiko; biaya; respon*

## PENDAHULUAN

Kereta api merupakan salah satu sarana transportasi umum yang banyak diminati masyarakat. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS), bahwa menunjukkan jumlah barang yang melalui transportasi kereta api

menurut Pulau pada bulan Juni 2023 yaitu untuk Pulau Jawa 938 ribu ton barang dan Pulau Sumatera 4.794 ribu ton barang. Dengan kebutuhan tersebut, pembangunan jalur kereta api selama tahun 2021 menurut Direktorat Jenderal Perkeretaapian (DJKA) Kementerian Perhubungan mencatat selama tahun

2021 telah dibangun setidaknya 177,26 km jalur kereta api di sejumlah daerah di Indonesia. Proyek pembangunan jalan kereta api tidak terlepas dari risiko, baik pada pra-konstruksi, pelaksanaan konstruksi, maupun pasca konstruksi. Pada tahap pelaksanaan konstruksi merupakan tahap yang paling banyak menyita tenaga, biaya, waktu serta melibatkan berbagai pihak dengan sumber daya yang besar dibandingkan tahapan lainnya, sehingga potensi risiko yang terjadi sangat tinggi (Wardhana dan Wiguna, 2014).

Risiko berhubungan dengan ketidakpastian, ini terjadi oleh karena kurang atau tidak tersedianya cukup informasi tentang apa yang akan terjadi. Sesuatu yang tidak pasti (*uncertain*) dapat berakibat menguntungkan atau merugikan (Marginingsih, 2017).

Direktorat Jenderal Perkeretaapian (DJKA) Kementerian Perhubungan Republik Indonesia melaksanakan pekerjaan proyek untuk pembangunan jalur baru kereta api Padang-Pariaman sepanjang 53 km dengan biaya sebesar 9 milyar rupiah. Pada proyek tersebut terdapat keterlambatan pekerjaan dan adendum biaya sebanyak tiga kali. Oleh karena itu, analisis risiko dalam pembangunan jalur kereta api khususnya jalur Padang-Pariaman menjadi penting dilakukan (Situmorang, 2018). Karena tujuan dari pelaksanaan suatu manajemen risiko adalah untuk mengurangi risiko yang terjadi dengan probabilitas terjadinya akibat buruk sehingga berdampak kepada kerugian atas biaya dan dapat menyebabkan kegagalan proyek tersebut (Rumimper, 2015). Sehingga analisis risiko yang mungkin terjadi terhadap biaya, waktu dan tenaga kerja pada proyek pembangunan jalan kereta api lintas Padang - Pariaman.

Adapun objek penelitian adalah proyek pembangunan jalan kereta api lintas Padang – Pariaman dan pengukuran risiko ditinjau dari sudut pandang kontraktor (Zhafira, 2021). Dengan demikian, pada penelitian ini yang digunakan hanya variabel adalah prioritas risiko pada kinerja biaya.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Yuniasari, Soetjipto and Koesoemawati, (2021) didapatkan hasil bahwa analisis risiko adalah variabel yang memiliki level risiko tinggi yaitu pekerjaan ulang dan adanya perubahan desain, sedangkan variabel yang memiliki level risiko rendah yaitu pemeliharaan material dan peralatan. Dalam penentuan prioritas risiko menggunakan

metode AHP didapatkan variabel risiko yang memiliki prioritas tinggi terhadap waktu yaitu *predictable/ unpredictable moment* dan variabel risiko yang memiliki prioritas tinggi terhadap biaya yaitu adanya perubahan desain. Selanjutnya, setiap variabel risiko akan diberi respon risiko untuk mengetahui strategi penanganan yang tepat dalam meminimalisasi risiko yang terjadi (Smith, 1990). Pada penelitian Monaliza and Kustiani, (2021) didapatkan bahwa Urutan prioritas risiko berdasarkan analisis suvei kuesioner dengan metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*) sebagai berikut, Adanya adendum, perubahan desain, kesalahan penggunaan alat oleh operator, produktivitas rendah, keterlambatan pembayaran oleh owner, kerusakan alat/ mesin, kesalahan prosedur, jumlah pengiriman tidak tepat, tenaga kerja yang kurang berkualitas dan kesalahan pemilihan metode kerja (Rishelin, Ardi and Suryadi, 2023). Hasil dari beberapa jurnal yang ada terkait dengan analisis risiko suatu pekerjaan proyek konstruksi, maka terdapat beberapa variabel penyebab keterlambatan suatu proyek diantaranya cuaca ekstrem, peralatan, material, sumber daya manusia, metode kerja, desain, lokasi kerja, kondisi lokasi dan pekerjaan berulang, sedangkan untuk variabel terikat adalah masalah kinerja proyek dengan keterlambatan waktu dan penambahan biaya dalam pelaksanaan pekerjaan (Gusbian dan M. Amin, 2023).

Kebaruan pada penelitian ini terletak pada studi kasus pembangunan jalan kereta api Padang-Pariaman dengan menggunakan metode AHP. *Analytic Hierarchy Process* (AHP) adalah pendekatan dasar dalam pengambilan keputusan yang dirancang untuk mengatasi rasional dan intuitif untuk memilih yang terbaik dari sejumlah alternatif yang dievaluasi sehubungan dengan beberapa kriteria (Nafisah and Azzat, 2019).

Adapun kelebihan *analytic hierarchy process* adalah sebelum menentukan alternatif mana yang akan dipilih, metode ini dapat menentukan tingkat kepentingannya terlebih dahulu untuk mendapatkan nilai bobot prioritas (Santosa, Santoso and Wijoyo, 2018).

Berdasarkan latar belakang di atas, pentingnya menentukan prioritas risiko yang akan berpengaruh pada kinerja biaya. Dengan demikian penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penggunaan AHP dalam menentukan prioritas risiko pada kinerja biaya pembangunan jalan kereta api Padang-Pariaman.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko dominan yang mungkin terjadi terhadap biaya, sehingga dibutuhkan data berupa penyebab

terjadinya risiko. Pengumpulan data dilakukan dengan kuesioner kepada pihak pelaksana dalam pembangunan jalan kereta api Padang-Pariaman yakni kontraktor yang terlibat langsung dalam pekerjaan konstruksi pembangunan jalan kereta api Padang – Pariaman. Pengumpulan data primer yang dilakukan pada penelitian ini yaitu dengan menggunakan kuesioner dan wawancara kepada personal yang berpengalaman terkait proyek tersebut. Responden yang dituju yaitu berjumlah enam orang yang berkaitan langsung dalam pembangunan proyek tersebut. Dari keenam responden ini diantaranya menjabat sebagai satu orang *Site Manager*, dua orang *Site Engineer*, satu orang *Estimator/QC*, satu orang *Project Manager* dan satu orang *Surveyor*.

Analisa data dari hasil kuesioner menggunakan *Analytic Hierarchy Process* (AHP) dengan *software Expert Choice 11*. Metode AHP membantu memecahkan masalah kompleks melalui penentuan kriteria yang disusun pada hierarki kemudian memberikan nilai bobot angka sebagai substitusi dari pandangan atau persepsi manusia.

Salah satu utama model AHP yang membedakannya dengan model pengambilan keputusan yang lainnya adalah tidak adanya syarat konsistensi mutlak (Widianto, 2019). Pengumpulan pendapat antara satu faktor dengan yang lain adalah bebas satu sama lain, dan hal ini dapat mengarah kepada ketidakkonsistenan jawaban yang diberikan responden. Namun, terlalu banyak ketidakkonsistenan juga tidak diinginkan. Pengulangan wawancara pada sejumlah responden yang sama kadang diperlukan apabila derajat tidak konsistensinya besar.

Saaty, (1994) telah membuktikan bahwa Indeks Konsistensi dari matriks berordo n dapat diperoleh dengan rumus:

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

Keterangan:

CI = Rasio penyimpangan (deviasi) konsistensi (*consistency index*)

$\lambda_{max}$  = Nilai *eigen* terbesar dari matriks berordo n

n = Ordo matriks

Apabila CI bernilai nol, maka matriks perbandingan berpasangan tersebut konsisten. Batas ketidakkonsistenan yang telah

ditetapkan oleh (Saaty, 1997) ditentukan dengan menggunakan Rasio Konsistensi (CR), yaitu perbandingan indeks konsistensi dengan nilai Random Indeks (RI) yang didapatkan dari suatu eksperimen oleh Oak Ridge National Laboratory kemudian dikembangkan oleh Wharton School. Nilai ini bergantung pada ordo matriks n. Dengan demikian, Rasio Konsistensi dapat dirumuskan sebagai berikut:

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

Keterangan:

CR = Rasio Konsistensi

RI = *Indeks Random*

CI = Rasio penyimpangan (deviasi) Konsistensi (*consistency index*)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, data diperoleh dengan menggunakan kuesioner yang disebarikan kepada 6 responden yaitu pihak pelaksana dalam pembangunan jalan kereta api Padang-Pariaman menjabat sebagai satu orang *Site Manager*, dua orang *Site Engineer*, satu orang *Estimator/QC*, satu orang *Project Manager* dan satu orang *Surveyor*. Profil responden dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Profil Responden

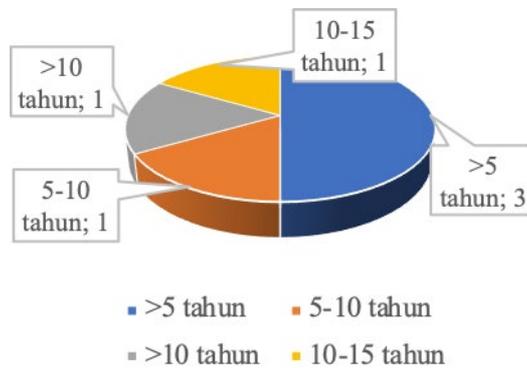
No	Jabatan	Pendidikan	Pengalaman
1	<i>Site Engineer</i>	S1	>5 tahun
2	<i>Estimator/QC</i>	S1	>5 tahun
3	<i>Surveyor</i>	S1	5-10 tahun
4	<i>Site Engineer</i>	S1	>5 tahun
5	<i>Site Manager</i>	S2	10-15 tahun
6	<i>Project Manager</i>	S2	>10 tahun

Profil responden dari sisi pendidikan dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Pendidikan Responden

Profil responden dari sisi pengalaman kerja dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Pengalaman Kerja Responden

Variabel risiko biaya yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Variabel Risiko Terhadap Biaya

No.	Daftar Risiko	Variabel	Sumber Referensi
1	Kesalahan estimasi biaya	Biaya	Habibie (2017)
2	Kenaikan harga bahan bangunan	Biaya	Habibie (2017)
3	Perubahan kebijakan harga BBM	Biaya	Ranggi, Mudjiastuti (2019)
4	Penambahan jam kerja/lembur	Biaya	Ranggi, Mudjiastuti (2019)
5	Keterlambatan pembayaran oleh owner	Biaya	Enma, Hary,Dwi (2018)
6	Kerusakan peralatan kerja	Biaya	Situmorang, Arsjad, Tjakra (2018)

Dari hasil kuesioner didapatkan data responden dapat dilihat pada Tabel 3.

Dari hasil data responden kemudian ditentukan matriks perbandingan berpasangan, yaitu membandingkan elemen secara berpasangan sesuai kriteria yang diberikan dengan menggunakan bentuk matriks.

Keterangan :

Risiko 1 : Keterlambatan pembayaran oleh owner

Risiko 2 : Kenaikan harga bahan bangunan

Risiko 3 : Perubahan kebijakan harga BBM

Risiko 4 : Penambahan jam kerja/lembur

Risiko 5 : Kesalahan estimasi biaya

Risiko 6 : Kerusakan peralatan kerja

**Tabel 3.** Rekap Kuesioner Responden

Risiko	R1	R2	R3	R4	R5	R6	Geo mean
1><2	0.20	0.14	3.00	0.33	3.00	3.00	0.80
1><3	3.00	0.14	3.00	0.33	3.00	0.33	0.87
1><4	3.00	5.00	3.00	3.00	3.00	0.33	2.26
1><5	0.33	0.14	0.33	0.33	0.33	0.33	0.29
1><6	5.00	0.20	3.00	3.00	3.00	0.33	1.44
2><3	5.00	5.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.56
2><4	3.00	5.00	5.00	3.00	5.00	5.00	4.22
2><5	3.00	7.00	3.00	5.00	5.00	3.00	4.10
2><6	3.00	3.00	0.33	5.00	5.00	3.00	2.47
3><4	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	5.00	3.27
3><5	1.00	1.00	3.00	0.33	3.00	0.33	1.00
3><6	0.33	3.00	0.33	5.00	3.00	5.00	1.71
4><5	0.20	0.20	0.33	0.33	0.33	3.00	0.41
4><6	0.33	3.00	3.00	3.00	0.20	0.33	0.92
5><6	3.00	0.20	3.00	0.33	0.33	3.00	0.92

Oleh karena data diperoleh dari 6 responden ahli (*expert*) , keenam responden ini diantaranya menjabat sebagai satu orang *Site Manager*, dua orang *Site Engineer*, satu orang *Estimator/QC*, satu orang *Project Manager* dan satu orang *Surveyor*. Hasil dari kuesioner yang diberikan kepada responden selanjutnya disusun dalam bentuk rata-rata. Nilai rata-rata dihitung menggunakan rumus rata-rata geometrik (*geometric mean*). Nilai *mean* geometrik perbandingan berpasangan dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Nilai Perbandingan Berpasangan

Risiko	1	2	3	4	5	6
1	<b>1.00</b>	0.80	0.87	2.26	0.29	1.44
2	1.25	<b>1.00</b>	3.56	4.22	4.10	2.47
3	1.15	0.28	<b>1.00</b>	3.27	1.00	1.71
4	0.44	0.24	0.31	<b>1.00</b>	0.41	0.92
5	3.46	0.24	1.00	2.47	<b>1.00</b>	0.92
6	0.69	0.41	0.58	1.09	1.09	<b>1.00</b>
Total	8.00	2.97	7.32	14.31	7.88	8.45

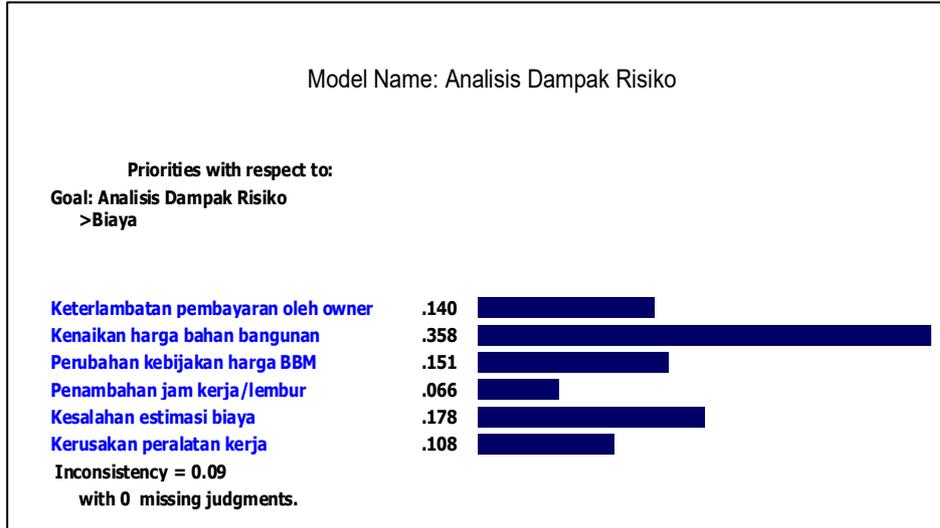
Angka yang ditunjukkan matriks pada Tabel 4 menunjukkan tingkat kepentingan factor risiko kenaikan harga bangunan dibandingkan faktor risiko keterlambatan pembayaran oleh owner. Sebagai contoh yaitu nilai 1,25 berarti faktor risiko kenaikan harga bahan bangunan lebih penting 1,25 kali dibanding faktor risiko keterlambatan pembayaran oleh owner. Nilai tersebut merupakan kebalikan dari perbandingan faktor risiko keterlambatan

pembayaran oleh *owner* terhadap risiko kenaikan harga bahan bangunan yaitu 0,80.

Analisis selanjutnya yaitu perhitungan bobot prioritas. Untuk menghitung nilai bobot prioritas variabel untuk level-2 yaitu untuk setiap nilai bobot faktor indikator dampak risiko proyek dari setiap variabel kriteria, yang nilai bobotnya

akan dibandingkan dengan nilai masing-masing variabel untuk mengetahui penyebab adanya faktor risiko dalam proyek pembangunan jalan kereta api Padang – Pariaman.

Adapun hasil dari pengolahan *Analytic Hierarchy Process* (AHP) menggunakan *software Expert Choice 11* terlihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Nilai Bobot Prioritas Sub-Kriteria Risiko terhadap Biaya

Hasil *Analytic Hierarchy Process* (AHP) diperoleh vektor prioritas dalam penentuan bobot prioritas faktor risiko dalam proyek pembangunan jalan kereta api Padang – Pariaman, yaitu: keterlambatan pembayaran oleh owner (0,140), kenaikan harga bahan bangunan (0,358), perubahan kebijakan harga BBM (0,151), penambahan jam kerja/lembur (0,066), kesalahan estimasi biaya (0,178), dan kerusakan peralatan kerja (0,108).

Nilai rasio konsistensi pada matriks perbandingan di atas sebesar 0,09 yang menunjukkan bahwa hasil *Analytic Hierarchy Process* (AHP) dapat diterima karena nilai rasio konsistensi kurang dari 0,10 (10 persen).

Berdasarkan hasil tersebut nilai prioritas tertinggi adalah kenaikan harga bahan bangunan dengan nilai bobot 0,358, kesalahan estimasi biaya dengan nilai bobot 0,178 dan perubahan kebijakan harga BBM dengan nilai bobot 0,151.

Menurut opini peneliti untuk respons risiko terkait kenaikan harga bahan bangunan dan perubahan kebijakan harga BBM yaitu jika kenaikan harga bahan bangunan mencapai 5% dari harga awal, hal ini masih dalam batas risiko kontraktor. Jika kenaikan harga lebih dari 10-15%, maka perlu dilakukan peninjauan kembali atau eskalasi, dan nilai kontrak yang disepakati sudah termasuk biaya kemungkinan akibat kenaikan

dan penurunan biaya yang lain, sedangkan respons risiko terkait kesalahan estimasi biaya yaitu dengan melakukan pendekatan perbandingan data pasar dalam estimasi.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai faktor risiko biaya dalam pelaksanaan pembangunan jalan kereta api Padang - Pariaman dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Faktor risiko dominan adalah kenaikan harga bahan bangunan dengan nilai bobot 0,358, kesalahan estimasi biaya dengan nilai bobot 0,178 dan perubahan kebijakan harga BBM dengan nilai bobot 0,151;
2. Respons risiko untuk kenaikan harga bahan bangunan dan perubahan kebijakan harga BBM yaitu jika kenaikan harga bahan bangunan mencapai 5% dari harga awal, hal ini masih dalam batas risiko kontraktor. Jika kenaikan harga lebih dari 10-15%, maka perlu dilakukan peninjauan kembali atau eskalasi, dan nilai kontrak yang disepakati sudah termasuk biaya kemungkinan akibat kenaikan dan penurunan biaya yang lain;
3. Respons risiko untuk kesalahan estimasi biaya yaitu dengan melakukan pendekatan perbandingan data pasar dalam estimasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Gusbian, T. and Amin, M. (2023) 'Analisis Risiko Biaya Pekerjaan Peningkatan Jalan Di Kabupaten Serang', *Jurnal Ilmiah Indonesia*, 8(7).
- Marantika, D. (2017) 'Analisis Risiko Investasi Proyek Kereta Cepat Jakarta-Bandung', *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 6(1).
- Marginingsih, R. (2017) 'Tata Kelola Manajemen Risiko Pada PT Unilever Indonesia, Tbk', *Cakrawala*, XVII(2), p. 156.
- Monaliza, I. and Kustiani, I. (2021) 'Analisis Risiko Proyek dengan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) (Studi Kasus: Proyek Perpustakaan Modern Lampung pada Tahap Lanjutan)', *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 19(1), p. 21. doi:10.12962/j2579-891x.v19i1.7826.
- Munang, A. (2018) 'Manajemen Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Proyek Pembangunan Jalur Ganda Kereta Api', *Applied Industrial Engineering Journal*, 2(1).
- Nafisah, M.U. and Azzat, N.N. (2019) 'Penerapan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) untuk Menentukan Supplier Ikan Teri (Studi Kasus di PT. Urchindize Indonesia)', *Jurnal Disprotek*, 10(2), pp. 86–94. doi:10.34001/jdpt.v10i2.1054.
- Rishelin, N., Ardi, R. and Suryadi, I. (2023) 'Pengembangan Model Kriteria Penilaian Manajemen Risiko Halal Supply Chain Daging pada Bagian Downstream di Indonesia', *Jurnal Penelitian dan Aplikasi Sistem & Teknik Industri (PASTI)*, XVII(1), pp. 126–137.
- Rumimper, R. (2015) 'Analisis Resiko Pada Proyek Konstruksi Perumahan Di Kabupaten Minahasa Utara', *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 5(2).
- Saaty, T.L. (1994) *Fundamentals of decision making and priority theory with the analytic hierarchy process*. Pittsburgh USA: RWS Publications.
- Santosa, K.A., Santoso, E. and Wijoyo, S.H. (2018) 'Implementasi Metode Analytic Hierarchy Process untuk Penentuan Prioritas Kategori Berita (Studi Kasus: LYT Media)', *Jurnal Pengembangan ...*, 2(11).
- Situmorang, B. (2018) 'Analisis Risiko Pelaksanaan Pembangunan Proyek Konstruksi Bangunan Gedung', *Jurnal Tekno*, 16(69).
- Smith, C.W.J. (1990) 'Corporate Risk Management Theory and Pratices', *Journal De-rivatieves*, 2(4).
- Widianto, T. (2019) 'Analisa Risiko Proyek Pembangunan Universitas Ciputra Tahap 4', *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi*, 7(1).
- Yuniasari, N.I., Soetjipto, J.W. and Koesoemawati, R.D.J. (2021) 'Penentuan Prioritas Risiko Pada Pelaksanaan Pekerjaan Konstruksi Basement Dengan Metode AHP ( Analytical Hierarchy Process )', *Jurnal Teknik Sipil : Rancang Bangun*, 07(1), pp. 26–34. Available at: website: <http://ejournal.um-sorong.ac.id/index.php/rancangbangun>.
- Zhafira, R.D. (2021) 'Analisis Risiko Sosial dari Perspektif Masyarakat Terdampak Proyek Pelebaran Jalan di Surabaya.', *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 20(1).