

Analisis Sistem Pengambilan Keputusan Penentuan Konstruksi Jalan dengan Perkerasan Kaku atau Fleksibel (Studi Kasus Jalan di Propinsi Maluku Utara)

Rivolino Merbas¹, Endang Widjajanti², Syahril Taufik^{3*}

¹Mahasiswa Program Studi Magister Teknik Sipil Fakultas Pasca Sarjana Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jl. Moch Kahfi II, Jagakarsa, Jakarta 12460, Indonesia

^{2,3}Program Studi Magister Teknik Sipil Fakultas Pasca Sarjana Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jl. Moch Kahfi II, Jagakarsa, Jakarta 12460, Indonesia

*Email : rivolinomerbas@gmail.com¹, endangwidjajanti@istn.ac.id², syahril_taufik@istn.ac.id³

ABSTRACT

This research discussing about decision support system analysis in determining concrete and composit road construction compared to asphalt construction for the case of roads in North Maluku Province. This study uses the Analytic Hierarchy Process (AHP) method or model as a method to analyze the feasibility of concrete and composit construction compared to asphalt construction. There are at least 7 (seven) factors that are considered as AHP inputs, namely road conditions, technical pavement, economical/cost, duration/method of construction, availability of equipment, environmental conditions, and availability of materials. This study method includes data collection and analysis methods. For data collection, this study uses a questionnaire method that contains questions related to technical and non-technical factors that are used to assess the feasibility of a road for selecting a type of road pavement with flexible or rigid pavement. The construction feasibility of concrete and composite pavements is better than that of flexible asphalt pavements on road constructions, with the following sub-criteria conditions; roads that have bends and inclines, lower road maintenance costs, excellent weather and environmental resistance, less dense traffic, easy work execution and can be done at any time, do not require a lot of AMP and equipment, and asphalt availability can't fast time. The alternative of road pavement type is effective as a weight value of 33.78% with using the composite pavement construction.

Keywords: Roadworthiness, Composite pavement, AHP, Decision Support System, North Maluku

1. Pendahuluan

Pemilihan konstruksi jalan tipe perkerasan lentur (menggunakan aspal) banyak digunakan untuk jalan di Indonesia. Pembangunan jalan dengan tipe ini lebih disukai karena biaya konstruksi awal yang murah, namun tipe jalan ini membutuhkan biaya perawatan yang tidak murah. Umur jalan akan sangat bergantung pada pemeliharannya (Nurjamilah, 2015).

Jalan dengan tipe perkerasan kaku (rigid pavement) memiliki sifat kebalikan dari perkerasan lentur. Jalan tipe ini membutuhkan biaya konstruksi awal yang mahal namun menguntungkan dalam pemeliharaan, awet, tahan air, mudah pengerjaannya dan memiliki umur yang panjang. Dari kedua jenis jalan di atas

parameter yang menjadi faktor dalam menetapkan pilihan adalah faktor umur rencana, biaya pembangunan, biaya perawatan dan faktor kenyamanan bagi pengendara.

Tiga risiko yang sering dihadapi pada pelaksanaan proyek konstruksi atau sering disebut segitiga manajemen proyek yaitu risiko biaya, waktu dan mutu. Risiko tersebut jika tidak segera diselesaikan, maka akan mengganggu keberhasilan pelaksanaan suatu proyek. Ada beberapa sumber risiko yang terjadi dalam proyek mengakibatkan terganggunya proses pelaksanaan proyek. Ramdhan dan Imam. (2017) mengatakan bahwa bagian – bagian pada operasional yang memiliki keterlambatan tinggi menunjukkan bahwa bagian tersebut kurang ditangani

dengan baik karena kurangnya kapabilitas sumber daya, baik dari manajer proyeknya maupun organisasi proyek.

Konstruksi seperti industri-industri yang lainnya, mempunyai tingkat risiko yang tinggi, dimulai dari tahap perencanaan, pelaksanaan, sampai dengan tahap pengoperasian bangunan. Semakin besar sebuah proyek konstruksi maka akan semakin banyak pula permasalahan yang akan timbul dan semakin besar pula tingkat risiko kegagalan proyek konstruksi tersebut (Gunawan et al., 2015). Untuk mengurangi dampak yang merugikan bagi pencapaian tujuan fungsional suatu proyek konstruksi, diperlukan manajemen risiko terhadap risiko-risiko yang ada, sehingga kerugian yang terjadi masih dalam batas-batas yang dapat diterima (Norken et al., 2012). Demikian juga pada saat phase pembangunan, peralatan dan metode pelaksanaan konstruksi menghadapi persoalan tingkat analisis resiko (*risk analysis*) yang sangat tinggi terhadap biaya dan waktu pelaksanaan (Husin et. al, 2018 and Jayasudha et. al, 2014).

Salah satu metode ilmiah dimaksud adalah metode Analytic Hierarchy Process (AHP), dapat digunakan sebagai bahan untuk penanganan jenis proyek jalan sehingga dapat mengurangi unsur subyektivitas para pengambil kebijakan. Diharapkan melalui metode ini dapat dibuktikan bahwa metode AHP cukup dalam membantu para pengambil kebijakan untuk proses pengambilan keputusan yang obyektif. Maka dengan itu, kerumitan dan ketidaksesuaian dalam pembangunan jalan dapat dikurangi. Metode tersebut sendiri memberikan suatu cara atau pola bahwa setiap keputusan diambil didasarkan atas kriteria-kriteria yang telah diuji seperti perbandingan kenyamanan permukaan jalan, kemudahan pelaksanaan pembangunan, ketersediaan sumber daya dan teknologi serta biaya (Yuliani, 2020).

Menurut Hamka (2019), penggunaan sistem pendukung keputusan prioritas perbaikan konstruksi dapat menggunakan metode AHP dan Profile Matching. Metode AHP digunakan untuk menentukan priority vector atau bobot prioritas sub elemen,

elemen, dan komponen, sedangkan Profile Matching digunakan untuk menentukan perangsangan konstruksi yang menjadi prioritas perbaikan berdasarkan pengukuran volume kerusakan, jenis kerusakan, nilai pengurang dan faktor koreksi serta nilai Skala Indeks Kondisi Mckay pada sub elemen, elemen dan komponen konstruksi.

Dalam menetapkan pilihan manakah yang lebih baik bila diterapkan tipe perkerasan lentur atau perkerasan kaku, pada ruas jalan di Provinsi Maluku Utara, dengan metode sistem pengambilan keputusan, maka disamping parameter-parameter tersebut peran para pengambil keputusan sangat menentukan keberhasilan pembangunan jalan tersebut.

2. Perkerasan Lentur dan Kaku

Perkerasan lenutur merupakan *flexible pavement* yang terdiri dari lapisan dasar, lapisan pondasi atas dan lapisan permukaan lapisannya berbeda kualitasnya. Umumnya lapisan paling atas memiliki material yang berkualitas tinggi, sementara lapisan bawah memiliki kualitas material yang lebih rendah. Susunan lapisan pada konstruksi lentur konvensional umumnya terdiri dari lapisan penutup (*seal coat*), lapisan permukaan (*surface course*), lapisan pelekat (*tack coat*), lapisan pengikat (*binder course*), lapisan utam (*prime coat*), lapisan pondasi atas (*base course*), lapisan pondasi bawah (*sub base course*), lapisan tanah dipadatkan (*compacted sub grade*), dan lapisan tanah asli (*natural sub grade*).

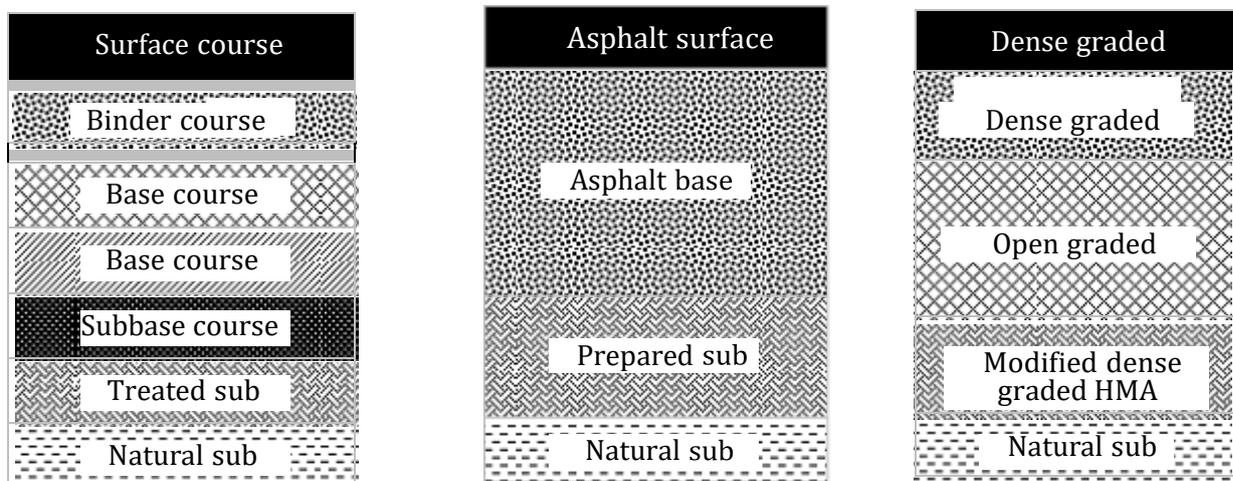
Lapisan lentur non konvensional merupakan konstruksi aspal dimana lapisan campuran aspal langsung diletakkan diatas tanah dasar atau tanah dasar yang sudah dilakukan pemadatan (*treated sub grade*). Cara ini dikenal lebih hemat dan mudah karena tidak membutuhkan lapisan yang kompleks. Umumnya lapisan campuran aspal menggunakan campuran aspal panas dan bergradasi rapat (*dense graded HMA*). Menurut the Asphalt Institute (1987), lapisan aspal non konvensional memiliki keuntungan-keuntungan sebagai berikut:

1. Waktu pelaksanaan konstruksi yang lebih singkat.

2. Tidak memiliki lapisan-lapisan granular yang dapat ditembus oleh air sehingga performansi konstruksi terjaga
3. Dengan ketebalan diatas 10 cm, umur ekonomis konstruksi dapat diperpanjang
4. Menjamin adanya keseragaman lapisan
5. Tidak mudah dipengaruhi oleh kelembaban

Selain itu baru-baru ini juga dikenal dengan konstruksi lentur aspal dengan campuran batu khusus (*contained rock asphalt mat*) atau CRAM. CRAM ini belum banyak dikenal digunakan karena masih

sedang dalam tahap penelitian dan pengujian di laboratorium (Huang, 1993). Konstruksi CRAM umumnya terdiri atas lapisan permukaan dengan material hotmix bergradasi rapat (*Dense graded HMA*), lapisan pondasi atas dari agregat bergradasi rapat (*dense graded aggregate*), lapisan pondasi bawah dari agregat bergradasi renggang (*open-graded aggregate*) dan lapisan dasar dari hotmix bergradasi rapat yang dimodifikasi (*modified dense graded HMA*). Bentuk umum dari konstruksi lentur aspal seperti tampak dalam Gbr. 1 berikut.



(a) Perkerasan konvensional (b) Perkerasan non konvensional (c) Perkerasan CRAM

Gambar 1. Potongan melintang konstruksi perkerasan aspal

Konstruksi jalan beton atau disebut juga perkerasan beton semen merupakan perkerasan yang menggunakan semen sebagai bahan ikat sehingga tingkat kekakuan yang relatif cukup tinggi khususnya bila dibandingkan dengan perkerasan aspal (Aly, 2004). Nilai modulus elastisitas untuk konstruksi beton sekitar 10 kali lipat dibanding dengan modulus elastisitas perkerasan aspal.

Di Indonesia dikenal beberapa jenis konstruksi beton yang umum dipakai, yaitu:

- a. perkerasan beton semen “tanpa tulangan dengan sambungan” atau *jointed unreinforced concrete pavement*
- b. perkerasan beton semen “dengan tulangan dengan sambungan” atau *jointed reinforced concrete pavement*
- c. perkerasan beton semen “bertulang tanpa sambungan” atau *continuously reinforced concrete pavement*

- d. perkerasan beton semen “prategang” atau *prestressed concrete pavement*
- e. perkerasan beton “bertulang fiber” atau *fiber reinforced concrete pavement*

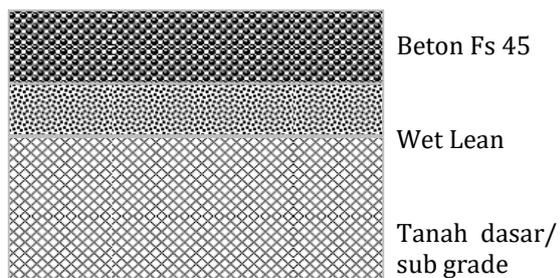
Bentuk umum dari perkerasan beton terdiri 3 lapisan; lapisan tanah dasar (*sub grade*), lapisan lantai kerja (*cement treated sub base*).

Konstruksi beton memiliki karakteristik khusus yang tidak dimiliki oleh konstruksi aspal. Diantara karakteristik tersebut adalah:

1. Tingkat kekakuan yang tinggi, yang digambarkan oleh nilai modulus elastisitas yang cukup tinggi yaitu sekitar 40.000 MPa
2. Konstruksi beton merupakan konstruksi satu lapis (*single layer*) yang kuat tekannya sebagian besar bertumpu pada lapisan beton paling atas

3. Kuat tarik konstruksi beton sekitar FS 45 kg/cm² tebal lapisan sekitar 21 cm
4. Tingkat ketahanan terhadap pelapukan sangat tinggi, akibat air maupun cuaca
5. Tingkat pemeliharaan yang relatif jarang selama umur ekonomis konstruksi

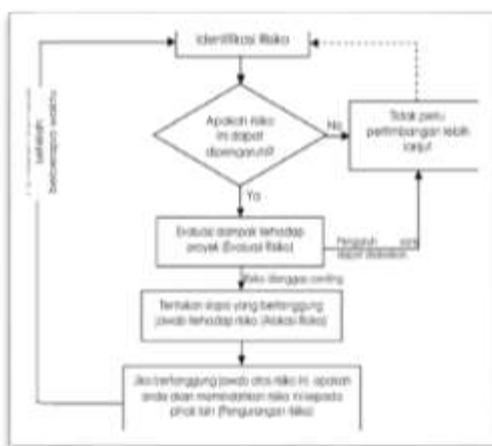
Adapun tipikal penampang perkerasan beton dengan lapisan dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2 Tipikal Perkerasan Beton

3. Manajemen Risiko

Menurut Duffel dan Trigunansyah (1999), diagram alir manajemen risiko dapat menunjukkan langkah-langkah yang diperlukan dalam mengurangi intensitas risiko, seperti terlihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3 Diagram Alir Manajemen Risiko (Duffield 1999)

Evaluasi risiko pada suatu proyek tergantung pada (Duffield dan Trigunansyah, 1999):

- a. Probabilitas terjadinya risiko tersebut, frekuensi kejadian
- b. Dampak dari risiko tersebut bila terjadi. Dalam membandingkan pilihan proyek dari berbagai risiko yang terkait sering digunakan “Indeks Risiko”

Rumus untuk menentukan Indeks Risiko adalah sesuai dengan Persamaan (1) berikut:

Indeks Risiko = Frekuensi x Dampak ... (1)
 Williams (1993), sebuah pendekatan yang dikembangkan menggunakan dua kriteria yang penting untuk mengukur risiko, yaitu:

1. Kemungkinan (Probability), adalah faktor kemungkinan dari suatu kejadian yang tidak diinginkan.
2. Dampak (Impact), adalah tingkat pengaruh atau ukuran dampak (Impact) pada aktivitas lain, jika peristiwa yang tidak diinginkan terjadi.

Pengukuran potensi risiko menggunakan analisis Severity Index yaitu menentukan nilai probabilitas dan dampak, kemudian mengkategorikannya berdasarkan besar probabilitas dampaknya. Severity index dihitung berdasarkan hasil jawaban dari responden. Severity index dapat menggabungkan persepsi dari responden penelitian. Semakin tinggi persentase suatu variabel maka semakin berpengaruh variabel tersebut. Untuk menghitung severity index dapat dilihat pada Persamaan (2) sedangkan klasifikasi dari skala penilaian pada probabilitas dan dampak, ditunjukkan pada Tabel 1 berikut.

$$SI = \frac{\sum_{i=0}^4 a_i \cdot x_i}{4 \sum_{i=0}^4 x_i} (100\%) \dots\dots\dots (2)$$

Dimana: a_i = Konstanta nilai, x_i = Frekuensi responden, $i = 0, 1, 2, 3, .. n$

Tabel 1 Klasifikasi Severity Index

No.	Severity Index	Keterangan
1	$0,00 \leq SI \leq 12,5$	Tidak pernah
2	$12,5 \leq SI \leq 37,5$	Jarang
3	$37,5 \leq SI \leq 62,5$	Kadang-kadang
4	$62,5 \leq SI \leq 87,5$	Sering
5	$87,5 \leq SI \leq 100$	Selalu

Sumber: Soemarno, 2007

Untuk mengukur tingkat risiko, menggunakan Persamaan 3 berikut:

$$R = P * I \dots\dots\dots (3)$$

Dimana: R = Tingkat risiko, P = Kemungkinan (Probability) risiko yang terjadi, dan I = Tingkat dampak (Impact) risiko yang terjadi
 Respon risiko adalah tindakan penanganan yang dilakukan terhadap risiko yang mungkin terjadi. Risiko-risiko penting yang sudah diketahui perlu ditindak lanjuti dengan respon

yang dilakukan oleh kontraktor dalam menangani risiko tersebut. Metode yang dipakai dalam menangani risiko (Flanagan & Norman, 1993):

- a. Menahan risiko (Risk retention)
 Merupakan bentuk penanganan risiko yang mana akan ditahan atau diambil sendiri oleh suatu pihak. Biasanya ini dilakukan apabila risiko dihadapi tidak mendatangkan kerugian terlalu besar atau kemungkinan terjadinya kerugian itu kecil, atau biaya yang dikeluarkan menanggulangi risiko, tidak terlalu besar dibandingkan manfaat akan diperoleh.
- b. Mengurangi risiko (Risk reduction)
 Tindakan untuk mengurangi risiko yang kemungkinan akan terjadi dengan cara:
 - i. Pendidikan dan pelatihan bagi para tenaga kerja dalam menghadapi risiko
 - ii. Perlindungan terhadap kemungkinan kehilangan
 - iii. Perlindungan terhadap orang dan properti
- c. Mengalihkan risiko (Risk transfer)
 Pengalihan ini dilakukan untuk memin-dahkan risiko kepada pihak lain. Bentuk pengalihan risiko yang dimaksud adalah asuransi dengan membayar premi.
- d. Menghindari risiko (Risk avoidance)
 Menghindari risiko sama dengan menolak untuk menerima risiko, berarti menolak untuk menerima proyek tersebut.

Dalam menentukan skoring frekuensi tingkat risiko, ditentukan definisi masing tingkat risiko dalam skala kuantitatif dengan menggunakan skala Likert dirubah menjadi skala kuantitatif. Skala penilaian kemungkinan timbulnya peristiwa risiko teridentifikasi terhadap terjadinya masalah konstruksi digunakan skala likelihood seperti pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2 Skala Frekuensi (*Likelihood*)

Tingkat Risiko	Skor
Hampir pasti/sangat sering	1
Sering	2
Moderat	3
Jarang	4
Sangat jarang	5

Sumber: Godfrey (1996), Saputra (2005)
 Sedangkan skala penilaian terhadap besarnya pengaruh suatu peristiwa terhadap

terjadinya masalah pada proyek konstruksi menggunakan consequences scale (skala konsekuensi) seperti pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3 Skala Konsekuensi (*Consequences*)

No.	Tingkat Frekuensi	Skor
1	Sangat kecil	1
2	Kecil	2
3	Sedang	3
4	Besar	4
5	Sangat besar	5

Dari skor yang diberikan oleh para responden pada setiap identifikasi risiko dapat ditentukan modus data itu sebagai representasi pendapat responden terhadap risiko yang telah teridentifikasi. Mengacu pada skala penerimaan risiko (risk acceptability) oleh Godfrey (1996) dan Saputra (2005), dengan mempertimbangkan skala consequences dan skala likelihood seperti di atas, maka disusun skala penerimaan risiko seperti pada Tabel 4 berikut.

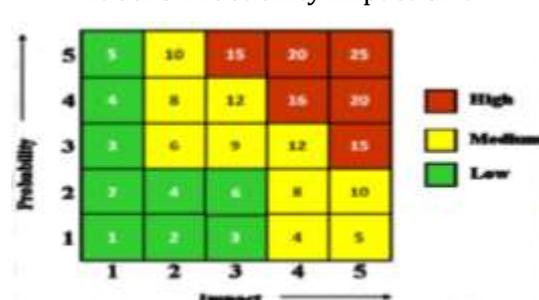
Tabel 4 Skala Penerimaan Risiko

No	Penerimaan risiko	Skala penerimaan
1	Unacceptable (tidak dapat diterima)	$X > 12$
2	Undesirable (tidak diharapkan)	$5 \leq X < 12$
3	Acceptable (dapat diterima)	$2 < X < 5$
4	Negligible (dapat diabaikan)	$X < 2$

Sumber: Godfrey (1996), Saputra (2005)

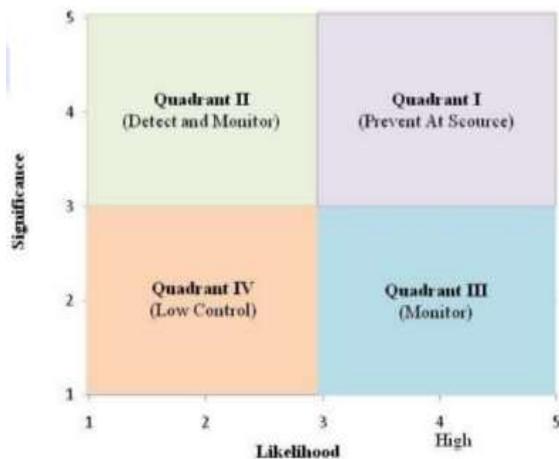
Untuk menentukan nilai dari probability impact, dapat menggunakan grid dari nilai probability dan impact, seperti yang disebutkn pada Tabel 5, sehingga menghasilkan nilai impact sebesar 1 – 25. Tingkat yang dihasilkan merupakan index dengan skala tinggi, sedang atau rendah.

Tabel 5 Probability Impact Grid



Setelah mengetahui tingkatan probability dan impact dari suatu risiko, dapat diplotkan pada matriks frekuensi dan dampak untuk mengetahui strategi menghadapi risiko tersebut. Menurut Hanafi (2006), untuk memilih respon risiko yang akan digunakan untuk menangani risiko-risiko yang telah terjadi, dapat digunakan Risk Map. Gambar 4 berikut adalah matriks dari Risk Map yang dapat digunakan.

Dalam proses pemilihan tipe perkerasan jalan, maka metode yang dapat digunakan dalam menerapkan alternatif berdasarkan beberapa kriteria yang ada adalah metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*).



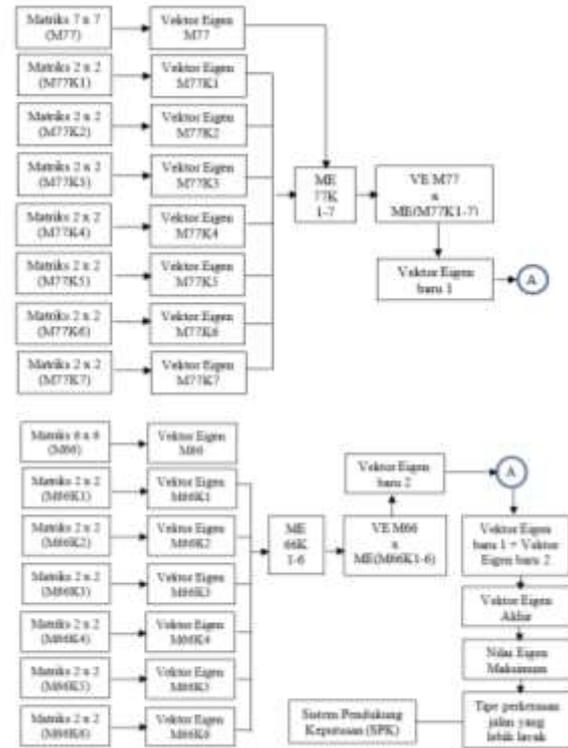
Gambar 4 Matriks berdasarkan Frekuensi dan Dampak (Hanafi, 2006)

Pada pemilihan tipe perkerasan jalan maka proses diringkas sebagai berikut:

1. Menentukan kriteria kriteria pemilihan.
2. Menentukan bobot masing masing kriteria
3. Mengidentifikasi alternatif yang telah diidentifikasi.
4. Mengevaluasi masing masing alternatif dengan kriteria-kriteria yang ditentukan pada langkah pertama.
5. Menilai bobot masing masing kriteria.
6. Mengurutkan kriteria tingkat bobot

Menurut Wong (2000) pada proses analisa dan penetapan kriteria ditentukan oleh beberapa tahapan survei yaitu survei pendahuluan untuk mendapatkan data konseptual dari pihak pemilik proyek dalam pembentukan conceptual model sedangkan pada tahap survei kedua digunakan metode AHP (*Analytical Hierarchy Proses*) sebagai alat bantu dalam analisa kriteria yang

digunakan. Proses penyebaran kuesioner dirancang untuk pengumpulan data, dan format disintesis dengan mengacu AHP matriks. Gambar 5 berikut memperlihatkan bagan pemilihan tipe perkerasan jalan (TPJ) dengan prinsip AHP.



Gambar 3.3 Prosedur perhitungan matriks (lanjutan)

Gambar 5 Bagan pemilihan TPJ dengan metode AHP

4. METODE PENELITIAN

Variabel independen dalam penelitian ini adalah Administrasi (X_1), Laporan (X_2), Internal dan External (X_3), Sasaran Resources (X_4), Sasaran Operasional Perkerasan (X_5). Sedangkan variabel dependen dalam penelitian ini (Y) adalah Kelayakan Teknis Alternatif Tipe Perkerasan Jalan.

Menurut Sugiyono (2010) adalah variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab terjadinya perubahan/timbulnya variabel dependen (terikat) variabel dependen. Baik yang pengaruhnya positif namun yang pengaruhnya negative. Hal ini terjadi karena variabel bebas berkaitan langsung dengan perubahan/ timbulnya variabel dependen, sehingga timbul (penting) karena ada salah satu pihak lebih bebas dalam penguasaan variabel.

Variable Terikat (Dependent variable); adalah variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat, karena adanya variabel bebas Sugiyono (2016). Dalam penelitian ini variabel dependen yang diteliti adalah Kelayakan Teknis Alternatif Tipe Perkerasan Jalan (Y). Variabel dependen (dependen variable) adalah variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat, karena adanya variabel bebas (Sugiono, 2010).

Langkah penentuan bobot kriteria dan validitas dengan metode analisis AHP:

1. Matriks perbandingan berpasangan (pairwise comparison) dalam desimal; dimulai dari level hirarki paling atas yang ditunjukkan untuk memilih kriteria. Jumlah ordo matriks berdasarkan jumlah kriteria yang ditetapkan. Suatu elemen dibandingkan dengan dirinya sendiri maka diberi nilai 1. jika nilai 1 dibandingkan dengan nilai J mendapatkan nilai tertentu, maka nilai J dibanding dengan nilai 1 merupakan kebalikannya.
2. Eigen Value; Dilakukan dengan menormalisasikan matriks perbandingan berpasangan. Dari hasil jumlah perbandingan berpasangan yang diperoleh dari setiap kriteria, lalu matriks perbandingan berpasangan dinormalisasikan dengan cara membagi setiap cell pada tabel matriks dengan jumlah pada masing-masing kriteria. Selanjutnya ditentukan langkah untuk mencari bobot perbandingan parameter berpasangan. Kemudian dilakukan perhitungan bobot kriteria didapat dari mencari rata-rata dari nilai baris kriteria = AVERAGE(P1:P7)
3. Bobot Prioritas; Menentukan bobot prioritas dilakukan dengan membagi nilai masing-masing baris dari Eigen Value terhadap jumlah dari eigen value, normalisasi dari matriks berpasangan menjadi matriks bobot dengan pembagian terhadap nilai penjumlahan masing-masing kolom.
4. Jumlah Total; setiap nilai matriks normalisasi dijumlahkan pada setiap baris yang sesuai.
5. Bobot Sintesa; Bagi setiap kolom dengan jumlah total. Kalikan setiap nilai pada kolom pertama dengan prioritas relatif elemen pertama, nilai pada kolom kedua

dengan prioritas relatif elemen kedua, dan seterusnya.

6. Eigen Maks (X); Jumlahkan setiap barisnya dan hasil dari penjumlahan baris dibagi dengan elemen prioritas relatif yang bersangkutan.
7. λ maks (lamda maks); Jumlahkan hasil bagi diatas dengan banyaknya elemen yang ada, hasilnya disebut λ maks.
8. CI (Consistency Index)

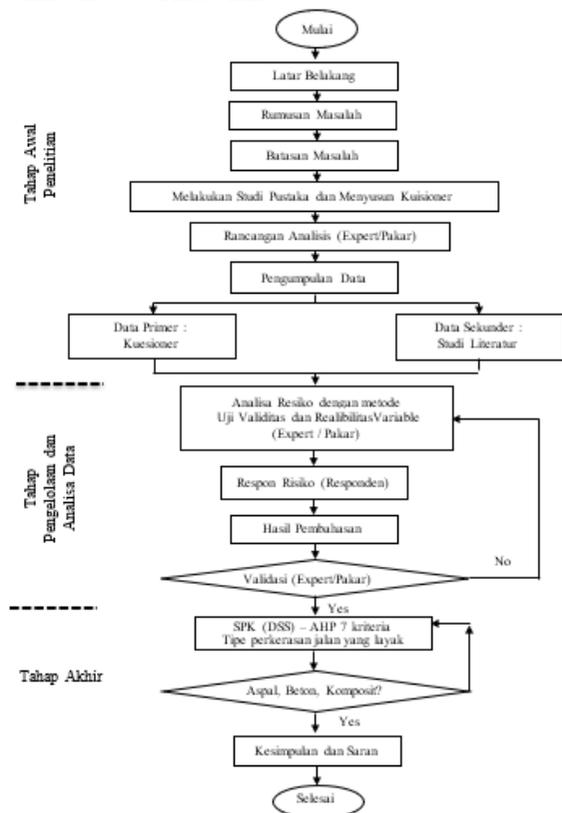
$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana: λ_{maks} = nilai eigen maksimum dari vektor eigen ; n = jumlah ordo matriks

9. CR (Konsistensi Ratio)

$$CR = \frac{CI}{RI} \dots\dots\dots (5)$$

Adapun flow chart langkah pelaksanaan penelitian dan konsep pemikiran metode penelitian secara ringkas dapat dilihat pada Gambar 6 berikut ini.



Gambar 6 Flow Chart Pelaksanaan Penelitian

5. Hasil dan Pembahasan

Adapun hasil dari perhitungan probability impact untuk penentuan bobot dari tingkat risiko, berdasarkan 5 variabel dan 49 sub variabel dengan impak waktu, dapat ditampilkan pada Tabel 6 berikut.

Nilai probabilitas dan dampak dari setiap variabel risiko dilakukan dengan melakukan perhitungan rerata, dengan mencari jumlah dari hasil perkalian koefisien penilaian probabilitas risiko dengan keseluruhan jumlah respon dari setiap koefisien tersebut, kemudian dibagi dengan keseluruhan jumlah responden berpartisipasi dalam penelitian ini.

Tabel 6 Probability Impact

Variable		rerata frekuensi	rerata dampak waktu	frek x waktu
ADMINISTRASI	1 Kurangnya ketersediaan Informasi	3,23	2,58	8,34
	2 Tidak Jelasnya spesifikasi teknis	3,25	2,75	8,94
	3 Gambaran informasi tidak jelas	4,05	3,11	12,62
	4 Kurang baiknya SOP media	3,15	2,54	8,00
	5 Presentasi pada rapat kurang baik	2,77	2,07	5,74
	6 Kurang jelasnya alur approval	3,52	3,11	10,97
	7 Alur Koordinasi yang tidak sesuai	3,04	3,00	9,13
	8 Alur informasi yang berbelit-belit	3,81	2,58	9,85
	9 Distribusi Informasi tidak berjalan	3,91	2,83	11,07
	10 Jadwal distribusi info tidak sesuai	4,09	2,83	11,60
	11 Kurang tersosialisasi dan dipahami	3,06	3,45	10,56
	12 Rapat koordinasi yg tidak berjalan	2,42	2,38	5,75
	13 Change order terlaksana tak sesuai	3,09	3,04	9,40
	14 Kurang mampu komunikasi horizontal	2,79	2,46	6,86
	15 Verbal communication kurang baik	2,41	2,52	6,05
	16 Komunikasi formal yang tidak baik	3,09	3,07	9,51
	17 Pemahaman komunikasi tidak baik	3,03	3,36	10,18
	18 Manajemen komunikasi kurang standar	3,00	2,95	8,86
	19 Kurang jelasnya Laporan berkala	3,17	2,30	7,31
LAPORAN	20 Dokumentasi laporan kurang baik	2,95	1,91	5,62
	21 Kurangnya ketersediaan informasi	2,68	2,19	5,86
	22 Ke keliruan dalam penyajian laporan	2,65	2,52	6,67
	23 Kurang informatif laporan softcopy	3,66	2,30	8,42
INTERNAL & EKSTERNAL	24 Waktu persetujuan lewat deadline	3,06	3,23	9,91
	25 Jangka waktu persetujuan tak dibatasi	2,39	2,84	6,80
	26 Jadwal pertemuan yang tidak sesuai	3,13	3,00	9,38
	27 Faktor eksternal tak terprediksi	3,13	3,50	10,94
	28 Faktor internal waktu pelaksanaan	3,69	4,13	15,21
	29 Faktor eksternal metode pelaksanaan	3,46	3,99	13,80
	30 Faktor internal teknis peralatan	3,52	3,73	13,10
	31 Faktor teknis ketersediaan peralatan	3,50	3,43	12,00
	32 Faktor eksternal terprediksi	3,05	3,08	9,38
	SASARAN RESOURCE	33 Faktor internal non teknis tenaga kerja	2,89	2,81
34 Faktor internal non teknis dari owner		3,48	3,40	11,81
35 Faktor internal teknis tenaga kerja		3,04	3,13	9,51
36 Faktor biaya (keuangan) tidak baik		2,96	3,08	9,11
37 Tenaga kerja tidak cukup tersedia		2,55	2,64	6,73
38 Outsourcing (di luar uang & pekerja)		2,72	2,96	8,05
39 Faktor internal ketersediaan material		3,13	3,22	10,09
40 Faktor eksternal tidak terprediksi		3,11	2,89	8,99
41 Perubahan (change order) terjadi		3,21	3,49	11,19
SASARAN OPERATIONAL		42 Jenis Material Agregat tidak sesuai	2,16	2,39
	43 Kondisi Jalan - Alinyemen variatif	3,32	3,77	12,50
	44 Efisiensi/Biaya Konstruksi & Pemeliharaan	3,35	3,93	13,19
	45 Waktu Operasional AMP tak sesuai	1,99	2,61	5,18
	46 Teknis Daya Tahan Perkerasan Jalan	3,69	3,68	13,60
	47 Status kepemilikan Asphalt Mixing Plant	2,38	2,31	5,49
	48 Lingkungan Kerja tidak kondusif	2,44	2,66	6,49
	49 Kondisi Lingkungan Trase Jalan	3,92	3,60	14,11

Proses pengukuran risiko dengan cara memperkirakan frekuensi terjadinya suatu risiko dan dampak dari risiko. Skala yang digunakan dalam mengukur potensi risiko terhadap frekuensi dan dampak risiko adalah

skala Likert. Rumus untuk menghitung tingkat risiko tersebut seperti pada rumus $R = P \times I$, dimana R adalah tingkat risiko, I adalah dampak (Impact) risiko yang terjadi, dan P adalah kemungkinan (Probability) risiko yang terjadi. Tabel 8 menunjukkan nilai probability impact terhadap konversi SI.

Tabel 7 Konversi Severity Indeks

Variable	rerata frekuensi	rerata dampak waktu	rerata frekuensi	rerata dampak waktu	frek x waktu	
ADMINISTRASI	1 Kurangnya ketersediaan Informasi	64,58%	51,67%	4	3	1200
	2 Tidak Jelasnya spesifikasi teknis	65,00%	55,00%	4	3	1200
	3 Gambaran informasi tidak jelas	81,04%	62,29%	4	3	1200
	4 Kurang baiknya SOP media	62,92%	50,83%	4	3	1200
	5 Presentasi pada rapat kurang baik	55,42%	41,46%	3	3	900
	6 Kurang jelasnya alur approval	70,42%	62,29%	4	3	1200
	7 Alur Koordinasi yang tidak sesuai	60,83%	60,00%	3	3	900
	8 Alur informasi yang berbelit-belit	76,25%	51,67%	4	3	1200
	9 Distribusi Informasi tidak berjalan	78,13%	56,67%	4	3	1200
	10 Jadwal distribusi info tidak sesuai	81,88%	56,67%	4	3	1200
	11 Kurang tersosialisasi dan dipahami	61,25%	68,96%	3	4	1200
	12 Rapat koordinasi yg tidak berjalan	48,44%	47,50%	3	3	900
	13 Change order terlaksana tak sesuai	61,88%	60,78%	3	3	900
	14 Kurang mampu komunikasi horizontal	55,83%	49,17%	3	3	900
	15 Verbal communication kurang baik	48,13%	50,31%	3	3	900
	16 Komunikasi formal yang tidak baik	61,88%	61,46%	3	3	900
	17 Pemahaman komunikasi tidak baik	60,63%	67,19%	3	4	1200
	18 Manajemen komunikasi kurang standar	60,00%	59,06%	3	3	900
	19 Kurang jelasnya Laporan berkala	63,44%	46,09%	4	3	1200
LAPORAN	20 Dokumentasi laporan kurang baik	58,96%	38,13%	3	3	900
	21 Kurangnya ketersediaan informasi	53,54%	43,75%	3	3	900
	22 Ke keliruan dalam penyajian laporan	52,92%	50,42%	3	3	900
	23 Kurang informatif laporan softcopy	73,13%	46,04%	4	3	1200
	24 Waktu persetujuan lewat deadline	61,25%	64,69%	3	4	1200
	25 Jangka waktu persetujuan tak dibatasi	47,81%	56,88%	3	3	900
INTERNAL & EKSTERNAL	26 Jadwal pertemuan yang tidak sesuai	62,50%	60,00%	4	3	1200
	27 Faktor eksternal tak terprediksi	62,50%	70,00%	4	4	1600
	28 Faktor internal waktu pelaksanaan	73,75%	82,50%	4	4	1600
	29 Faktor eksternal metode pelaksanaan	69,17%	79,79%	4	4	1600
	30 Faktor internal teknis peralatan	70,31%	74,53%	4	4	1600
	31 Faktor teknis ketersediaan peralatan	70,00%	68,59%	4	4	1600
	32 Faktor eksternal terprediksi	60,94%	61,56%	3	3	900
	33 Faktor internal non teknis tenaga kerja	57,88%	56,13%	3	3	900
	34 Faktor internal non teknis dari owner	69,58%	67,92%	4	4	1600
	35 Faktor internal teknis tenaga kerja	60,75%	62,63%	3	4	1200
SASARAN RESOURCE	36 Faktor biaya (keuangan) tidak baik	59,25%	61,50%	3	3	900
	37 Tenaga kerja tidak cukup tersedia	51,04%	52,71%	3	3	900
	38 Outsourcing (di luar uang & pekerja)	54,38%	59,25%	3	3	900
	39 Faktor internal ketersediaan material	62,60%	64,48%	4	4	1600
	40 Faktor eksternal tidak terprediksi	62,19%	57,81%	3	3	900
	41 Perubahan (change order) terjadi	64,14%	69,77%	4	4	1600
	42 Jenis Material Agregat tidak sesuai	43,25%	47,88%	3	3	900
	43 Kondisi Jalan - Alinyemen variatif	66,41%	75,31%	4	4	1600
	44 Efisiensi/Biaya Konstruksi & Pemeliharaan	67,08%	78,65%	4	4	1600
	45 Waktu Operasional AMP tak sesuai	39,75%	52,13%	3	3	900
SASARAN OPERATIONAL	46 Teknis Daya Tahan Perkerasan Jalan	73,85%	73,65%	4	4	1600
	47 Status kepemilikan Asphalt Mixing Plant	47,50%	46,25%	3	3	900
	48 Lingkungan Kerja tidak kondusif	48,75%	52,25%	3	3	900
	49 Kondisi Lingkungan Trase Jalan	78,38%	72,00%	4	4	1600

Dari tabel probability impact yang sudah terkonsversi dengan *Severity Index (SI)* tersebut juga bisa diketahui adanya risiko yang berdampak tinggi, dengan nilai frekuensi dikali dengan nilai dampak menjadi maksimum 16, pada waktu pelaksanaan perkerasan jalan

dengan urgensi untuk dilakukan penanganan respons, sebagai kriteria utama dalam pemilihan tipe perkerasan jalan seperti ditampilkan pada Tabel 8 dan 9 berikut.

Tabel 8 Risiko Berdampak Waktu Tinggi

Varabel Risiko	Sumber Risiko	SI frekuensi	SI dampak	Frekuensi x dampak
36 Faktor Biaya Efisiensi	Pelaksanaan	4	4	16
39 Faktor Ketersediaan Material	Desain & Teknologi	4	4	16
43 Faktor Kondisi Jalan	Desain & Teknologi	4	4	16
44 Faktor Teknis Perkerasan Jalan	Desain & Teknologi	4	4	16
45 Faktor Internal Teknis Peralatan	Pelaksanaan	4	4	16
46 Faktor Waktu Metode Pelaksanaan	Pelaksanaan	4	4	16
49 Faktor Lingkungan Trase Jalan	Pelaksanaan	4	4	16

Tabel 9 Korelasi Spearman (Terhadap Waktu Tinggi)

Varabel Risiko	Rank Spearman	Korelasi Terhadap Waktu
36 Faktor Biaya Efisiensi	0,91033	Sangat Tinggi
39 Faktor Ketersediaan Material	0,83508	Tinggi
43 Faktor Kondisi Jalan	0,84432	Tinggi
44 Faktor Teknis Perkerasan Jalan	0,91269	Sangat Tinggi
45 Faktor Internal Teknis Peralatan	0,91214	Sangat Tinggi
46 Faktor Internal Metode Pelaksanaan	0,95592	Sangat Tinggi
49 Faktor Lingkungan Trase Jalan	0,80276	Tinggi

Adapun kriteria dan sub kriteria dari variabel risiko yang berpengaruh sangat tinggi terhadap pemilihan tipe konstruksi perkerasan jalan, dapat ditampilkan pada Tabel 10 berikut.

Tabel 10 Kriteria dan Sub Kriteria dari Faktor Risiko Sangat Tinggi

Kriteria	Sub Kriteria - 1	Sub Kriteria - 2	Sub Kriteria -3
Teknis Peralatan	Apakah Mixing Plan (MP) siap tersedia	Apakah Mixing Plan (MP) dapat diuasa	Perkerasan siap harus diisi dari pihak ketiga
Waktu/Metode Pelaksanaan	Perkerasan dapat mudah dikerjakan setiap saat	Perkerasan harus dapat dikerjakan secara baik	Perkerasan dapat dikerjakan waktu tertentu
Kondisi Jalan	Alirannya Horizontal < 2% (relatif datar)	Alirannya Horizontal > 2% (relatif naik)	Alirannya Horizontal > 4% (tanjakan)
Teknis Perkerasan Jalan	Baya Tahan Terhadap Gaca & lingkungan	Baya Tahan Terhadap Pergerakan Tanah	Baya Tahan Terhadap Perubahan Laju Lintas
Ketersediaan Material	Quarry Material terdekat < 10 km	Agal & semen perlu ditandatangani dari luar	Semen material perlu ditandatangani dari luar
Biaya Efisiensi	Baya konstruksi perkerasan lebih mahal	Baya konstruksi perkerasan tetap sama	Baya pemeliharaan lebih murah
Lingkungan Trase Jalan	Trase jalan bebas laka (tanah padat)	Trase jalan luar laka (perumahan)	Trase jalan luar laka (tanah kosong)

Sumber: Hasil Analisis (2023)

Sebagaimana yang telah disampaikan sebelumnya bahwa untuk risiko-risiko dominan akan dianalisa dan ditarik suatu kesimpulan. Untuk itu dilakukan wawancara terstruktur dengan nara sumber dimana sebelumnya telah disusun suatu tabel respon

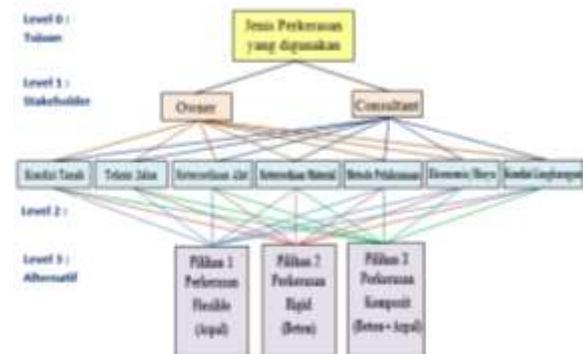
risiko untuk mendapatkan konfirmasi dan masukan dari nara sumber, seperti pada Tabel 11 berikut.

Tabel 11 Alokasi Risiko Konfirmasi Nara Sumber

Varabel Risiko	Sumber Risiko	Strategi
Faktor Internal Teknis Peralatan	Pelaksanaan	Merubah
Faktor Waktu/Metode Pelaksanaan	Pelaksanaan	Merubah
Faktor Kondisi Jalan	Desain & teknologi	Menanggulangi
Faktor Teknis Perkerasan Jalan	Desain & teknologi	Menanggulangi
Faktor Ketersediaan Material	Pelaksanaan	Menanggulangi
Faktor Biaya Efisiensi	Pelaksanaan	Merubah
Faktor Lingkungan Trase Jalan	Desain & Teknologi	Merubah

Sumber: Hasil Analisis (2023)

Berdasarkan 7 (tujuh) kriteria untuk pemilihan tipe konstruksi perkerasan jalan, yang berada pada level 2 dari metode AHP, maka dapat ditentukan hirarki penentuan alternatif perkerasan pada level 3 berdasarkan pada Gambar 7 berikut ini.



Gambar 7 Hirarki penentuan kelayakan teknis alternatif tipe perkerasan jalan

Perbandingan karakteristik dari semua analisa untuk pilihan perkerasan komposit (beton+aspal) dan setiap cara dinyatakan dalam matriks pada Tabel 12 berikut.

Tabel 12 Matriks Penilaian Kriteria – Perkerasan Komposit (Beton+Aspal)

Aspek/ Kriteria	K-1 Gaca Jalan	K-2 Tahan Perkerasan	K-3 Alirannya Perlahan	K-4 Alirannya Normal	K-5 Waktu/Metode Pelaksanaan	K-6 Biaya/ Biaya	K-7 Biaya Indragan
Ketersediaan Material	1,000	0,250	4,000	0,250	0,250	0,250	0,250
Teknis Perkerasan	4,000	1,000	3,000	0,333	0,250	0,250	0,333
Kondisi Lingkungan	0,250	0,333	1,000	0,333	0,250	0,250	0,250
Ketersediaan Peralatan	4,000	3,000	3,000	1,000	0,250	0,250	0,250
Waktu/Metode Pelaksanaan	4,000	4,000	4,000	4,000	1,000	2,000	0,250
Ekonomis/ Biaya	4,000	4,000	4,000	4,000	0,500	1,000	0,250
Kondisi Jalan	4,000	3,000	4,000	4,000	4,000	4,000	1,000
\sum total	21,250	15,583	23,000	13,916	6,500	8,000	2,583

Urutan dari hirarki yang sangat berpengaruh terhadap tipe konstruksi perkerasan jalan dari nilai bobot priority kriteria, pada Tabel 13. Tabel 13 Hasil analisis bobot priority kriteria yang dominan

Kriteria	Aspal	Rigid	Komposit	Hirarki
Kondisi Jalan	0,3199	0,3210	0,3218	1
Waktu Metode Pelaksanaan	0,2279	0,2196	0,2979	2
Ekonomis Biaya	0,1870	0,1877	0,1648	3
Ketersediaan Peralatan	0,1050	0,1036	0,0948	4
Teknis Perkerasan	0,0799	0,0739	0,0595	5
Ketersediaan Material	0,0516	0,0523	0,0328	6
Kondisi Lingkungan	0,0177	0,0418	0,0282	7

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Berdasarkan bobot priority pada Tabel 13 di atas, maka dapat ditampilkan matriks berpasangan untuk masing-masing Alternatif terhadap kriteria yang ditentukan. Hasil matriks tersebut untuk kriteria Kondisi Jalan dapat dilihat pada Tabel 14 dan nilai matriks berpasangan kriteria lainnya pada Tabel 15.

Tabel 14 Matriks Penilaian Tipe Perkerasan - Kriteria Kondisi Jalan

Tipe Perkerasan	TPJ -1	TPJ -2	TPJ -3	Rerata	Bobot
TPJ -1	1,0000	0,9709	0,9686	0,9797	0,3265
TPJ -2	1,0300	1,0000	0,9976	1,0091	0,3363
TPJ -3	1,0325	1,0024	1,0000	1,0115	0,3371
Σ bobot				3,0003	1,0000

Tabel 15 Hasil nilai bobot matriks berpasangan TPJ - kriteria

Kriteria	Kondisi Jalan	Waktu Metode Pelaksanaan	Ekonomis Biaya	Ketersediaan Peralatan	Teknis Perkerasan	Ketersediaan Material	Kondisi Lingkungan	Nilai Bobot
(TPJ-1)	0,3457	0,3265	0,3265	0,3459	0,3746	0,3499	0,3775	0,3310
(TPJ-2)	0,2946	0,3363	0,3431	0,3415	0,3464	0,3879	0,3825	0,3312
(TPJ-3)	0,3997	0,3371	0,3147	0,3125	0,2790	0,2620	0,2401	0,3378

Hasil Pembahasan

Setelah dilakukan analisa dan perhitungan pada semua kriteria dan subkriteria, maka didapatkan hasil perhitungan untuk masing-masing pilihan alternatif tipe perkerasan jalan (TPJ) yang terlihat pada Tabel 16 berikut.

Tabel 16 Hasil analisis penilaian bobot KTC

Alternatif TPJ	Bobot (%)	Rangking
(TPJ-3) Komposit	33,78%	1
(TPJ-2) Rigid	33,12%	2
(TPJ-1) Aspal	33,10%	3

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Analisis regresi digunakan untuk menguji bagaimana pengaruh variabel independen (R) terhadap variabel dependen tingkat kelayakan tipe perkerasan jalan (Y_R) dengan pola multi-

linear variabel yang dirumuskan dengan persamaan linier 4 variabel berikut:

$$Y_R = 0,201R_1 + 0,197R_2 + 0,202R_3 + 0,248R_4 + 0,153R_5 \dots\dots\dots (6)$$

dimana: R_1 = ekonomis/biaya, R_2 = ketersediaan peralatan, R_3 = waktu/metode pelaksanaan, R_4 = kondisi jalan, dan R_5 = teknis perkerasan

Dari hasil perhitungan pada Tabel 16, dapat diketahui bahwa TPJ-3 merupakan Alternatif tipe perkerasan jalan yang paling dominan, dan dipilih sebagai solusi dari optimasi pemilihan tipe perkerasan jalan untuk pekerjaan pembangunan/peningkatan jalan. Kondisi ideal yang menjadil alternatif perkerasan pada Tabel 16, digunakan untuk kondisi kriteria pada sub-kriteria di Tabel 17 berikut.

Tabel 17 Kriteria dan kondisi dari konstruksi jalan 1

Kriteria	Kondisi Konstruksi Jalan	
Ketersediaan Peralatan	Asphalt Mixing Plan (AMP) dapat di sewa	Perkerasan aspal harus dibeli dari pabrik ketiga
Waktu Metode Pelaksanaan	Perkerasan hanya dapat dikerjakan cuaca baik	Perkerasan dapat dikerjakan waktu tertentu
Kondisi Jalan	Alinyemen Horizontal > 2% (relatif naik)	Alinyemen Horizontal > 6% (miring)
Teknis Perkerasan Jalan	Daya Tahan Terhadap Cuaca & Lingkungan	Daya Tahan Terhadap Pegerakan Tanah
Ketersediaan Material	Aspal & semen perlu didatangkan dari luar	Semen material perlu didatangkan dari luar
Biaya Efisiensi	Biaya konstruksi perkerasan tetap sama	Biaya pemeliharaan lebih murah
Lingkungan Trase Jalan	Trase jalan luar kota (pemukiman)	Trase jalan luar kota (tanah kosong)

Dari hasil analisis untuk perhitungan penilaian bobot TPJ, dengan kondisi dari kriteria dan sub kriteria yang berbeda dari Tabel 17, kondisi ideal yang menjadi alternatif perkerasan, digunakan untuk kondisi kriteria pada sub-kriteria di Tabel 18 berikut.

Tabel 18 Kriteria dan kondisi dari konstruksi jalan 2

Kriteria	Kondisi Konstruksi Jalan	
Teknis Peralatan	Asphalt Mixing Plan (AMP) milik sendiri	Asphalt Mixing Plan (AMP) dapat di sewa
Waktu Metode Pelaksanaan	Perkerasan hanya dapat dikerjakan cuaca baik	Perkerasan dapat dikerjakan waktu tertentu
Kondisi Jalan	Alinyemen Horizontal < 2% (relatif datar) - lurus	Alinyemen Horizontal > 2% (relatif naik) - lurus
Teknis Perkerasan Jalan	Daya Tahan Terhadap Cuaca & Lingkungan	Daya Tahan Terhadap Pegerakan Lalu Lintas
Ketersediaan Material	Quarry material mudah diakses < 5 km	Aspal & semen perlu didatangkan dari luar
Biaya Efisiensi	Biaya konstruksi perkerasan lebih murah	Biaya konstruksi perkerasan tetap sama
Lingkungan Trase Jalan	Trase jalan dalam kota (lalu lintas padat)	Trase jalan luar kota (pemukiman)

Tabel 19 Hasil penilaian bobot TPJ

Alternatif TPJ	Bobot (%)	Rangking
(TPJ-1) Aspal	34,38%	1
(TPJ-2) Rigid	33,16%	2
(TPJ-3) Komposit	32,56%	3

Sumber: Hasil Analisis (2023)

Dari hasil perhitungan pada Tabel 19, dapat diketahui bahwa TPJ-1 perkerasan aspal merupakan alternatif tipe perkerasan jalan yang paling dominan, dan dipilih sebagai solusi dari optimasi pemilihan tipe perkerasan jalan untuk pekerjaan pembangunan/peningkatan jalan.

Rancangan Pengujian Hipotesis

Hasil analisis perhitungan nilai *Cronbach Alpha (CA)* sebesar 0,928 bernilai reliabel dan dapat diterima.

Untuk menguji hubungan yang signifikan antara variabel *X* dengan variabel *Y*, maka digunakan statistik uji *t*. Hasil dari uji *t* dapat dilihat pada Tabel 16 berikut ini.

Tabel 16 Hasil uji *t* dengan SPSS

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1. (Constant)	-.004	.002		-1.790	.087
Kondisi Jalan	.202	.016	.195	12.999	.000
Waktu/Metode Pelaksanaan	.240	.033	.274	7.540	.000
Ekonomis/Biaya	.153	.032	.171	4.753	.000
Ketersediaan Peralatan	.201	.032	.200	65.207	.000
Teknis Perkerasan	.197	.016	.193	12.394	.000

a. Dependent Variable: Y, dependent_variable

Pengujian hipotesis secara parsial (Uji Statistik *t*) yaitu dengan kesimpulan berikut:

$H_{a1} : \beta_1 \neq 0$, artinya variabel *X* mempengaruhi variabel *Y*

Perhitungan untuk uji *t* sebagaimana pada perhitungan berikut:

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} = \frac{0,872\sqrt{5-2}}{\sqrt{1-0,872^2}} = 6,303$$

H_0 diterima dengan nilai $t_{hitung} = 6,303$ berada di luar daerah penerimaan H_0 , dimana $t_{hitung} > t_{tabel} = 2,015$ dan nilai $Sig > \alpha$ ($0,48 > 0,05$).

Angka signifikansi didapatkan sebesar $0,48 > 0,05$ maka diputuskan untuk menolak H_0 dan menerima H_1 , artinya variabel *X* akan mempengaruhi variabel *Y*

6. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Hasil data sub kriteria respons risiko menunjukkan tidak terjadi multi-kolinearitas, kondisi homokedas-tisitas, data berdistribusi normal, data bebas dari autokorelasi dan distribusi data tidak linear murni. Uji hipotesis menunjukkan bahwa variabel *X* akan mempengaruhi variabel *Y* secara signifikan.
- Dari kriteria respons risiko yang dominan (major risk), perlu dilakukan strategi untuk menentukan tipe perkerasan jalan yang optimal, agar didapatkan jenis perkerasan yang efektif dengan analisis expert choice (AHP) terhadap 3 alternatif pilihan tipe perkerasan jalan; flexible pavement (perkerasan lentur); Asphalt Treated Base (ATB), Hot Rolled Sheet (HRS), Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC)
- Strategi untuk menentukan tipe perkerasan jalan yang optimal, dengan expert choice (AHP) terhadap 3 alternatif pilihan tipe perkerasan jalan rigid pavemenet (perkerasan kaku); Perkerasan Beton (Tulangan + Dowel), Perkerasan Beton Biasa (Concrete Treated Base – CTB), Perkerasan Beton Biasa (Concrete Treated Sub Base – CTSB)
- Analisis AHP untuk optimalisasi pemilihan tipe konstruksi perkerasan jalan, dengan hirarki kriteria respons yang dominan,; Kondisi Jalan, Waktu/Metode Pelaksanaan, Ekonomis/ Biaya, Ketersediaan Peralatan Konstruksi, Teknis Perkerasan, Respons risiko minor yaitu kriteria; Ketersediaan Material, dan Kriteria Lingkungan Trase.
- Alternatif tipe perkerasan jalan yang efektif untuk kondisi jalan yang khusus berdasarkan analisis AHP, yaitu:
 - TPJ_3; tipe komposit (beton+aspal)
 - TPJ_2 ; perkerasan kaku (beton)
- Sistem pendukung keputusan untuk kelayakan pembangunan jalan dengan perkerasan kaku beton dan komposit:
 - Penilaian sistem keputusan dengan nilai bobot tertinggi sebesar 33,78%
 - Teknis Peralatan; Asphalt Mixing Plan (AMP) dapat disewa dan perkerasan aspal harus dibeli dari pihak ketiga

- c) Waktu/Metode Pelaksanaan; Perkerasan hanya dapat dikerjakan cuaca baik dan perkerasan dapat dikerjakan waktu tertentu
 - d) Kondisi Jalan; Alinyemen horizontal > 2% (relatif naik) dan Alinyemen horizontal > 6% (tanjakan)
 - e) Teknis Perkerasan Jalan; Daya tahan terhadap cuaca & lingkungan baik, dan daya tahan terhadap pergerakan tanah
 - f) Ketersediaan Material; Aspal & semen perlu didatangkan dari luar dan semua material perlu didatangkan dari luar
 - g) Biaya/Efisiensi; Biaya konstruksi perkerasan tetap sama dan biaya pemeliharaan lebih murah
 - h) Lingkungan Trase Jalan; Trase jalan luar kota (pemukiman) dan trase jalan luar kota (tanah kosong)
 - i) Sistem pendukung keputusan dengan perkerasan fleksibel atau aspal pada kondisi jalan berikut:
7. Sistem pendukung keputusan untuk kelayakan pembangunan jalan dengan perkerasan aspal dilakukan kondisi: Penilaian sistem keputusan dengan nilai bobot tertinggi sebesar 34,38%
- a) Teknis Peralatan; Asphalt Mixing Plan (AMP) merupakan milik sendiri atau Asphalt Mixing Plan (AMP) dapat disewa dengan cepat
 - b) Waktu/Metode Pelaksanaan; Perkerasan hanya dapat dikerjakan cuaca baik dan dapat dikerjakan waktu tertentu
 - c) Kondisi Jalan; Alinyemen horizontal < 2% (relatif datar) dan alinyemen horizontal < 6% (relatif naik), trase jalan relatif lurus
 - d) Teknis Perkerasan Jalan; Daya tahan terhadap cuaca & lingkungan baik, dan daya tahan terhadap perubahan lalu lintas yang baik
 - e) Ketersediaan Material; Material dapat tersedia dari quarry terdekat dan aspal perlu didatangkan dari luar dalam waktu yang singkat
 - f) Biaya/Efisiensi; Biaya konstruksi perkerasan lebih murah dan biaya konstruksi perkerasan tetap sama
 - g) Lingkungan Trase Jalan; Trase jalan luar kota (pemukiman) dan trase jalan dalam kota (lalu lintas padat)
8. Kelayakan konstruksi jalan perkerasan kaku beton dan komposit lebih baik diterapkan dibandingkan terhadap perkerasan lentur atau fleksibel aspal pada ruas jalan, pada kondisi berikut:
 - a) Jalan dengan trase tikungan - tanjakan
 - b) Biaya pemeliharaan jalan lebih murah
 - c) Daya tahan terhadap cuaca dan lingkungan sangat baik
 - d) Lalu lintas yang tidak terlalu padat
 - e) Pelaksanaan pekerjaan mudah dan dapat dilakukan kapan saja
 - f) Tidak memerlukan AMP dan peralatan yang banyak
 - g) Ketersediaan aspal tidak bisa cepat
 - h) Kemudahan pelaksanaan pekerjaan rigid dan aspal dapat dimaksimalkan
 8. Berdasarkan analisis sensitifitas yang dilakukan, ditemukan bahwa alternatif konfigurasi urutan teratas konsisten, dan dilakukan perhitungan menggunakan Expert Choice, hasil yang sama didapatkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Darko A., and Chan, A.P.C. (2018), Review of application of analytic hierarchy process (AHP) in construction, *International Journal of Construction Management*, Vol. 19 Issue 5, PP. 436-4522
- Duffield, C & Trigunarysyah, B. (1999), *Project Management Conception to Completion*. Engineering Education Australia (EEA). Australia.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., Liston, K. (2011). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modelling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*. Wiley, New Jersey.
- Erdogan SA, Šaparauskas J & Turskis Z, (2019), A Multi-Criteria Decision-Making Model to Choose the Best Option for Sustainable Construction Management, *Sustainability*, 11, 2239; doi:10.3390/su 11082239
- Evraino, W. I, (2005) *Manajemen Proyek Konstruksi*, Edisi Revisi, Penerbit Andi Offset Yogyakarta
- Flanagan R. and Norman G. (1993), *Risk Management and Construction*, Oxford University Press.
- Godfrey, P., Halcrow, W. S., & Partners, L. (1996). *Control of Risk A Guide to*

- Systematic Management of Risk from Construction. Westminster, London: Construction Industry Research and Information Association (CIRIA).
- Hendrickson, C., and Horvarth A. (1998), Comparison of Environmental Implication of Asphalt and Steel Reinforced Concrete Pavement, Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board, 1626(1): pp. 105-113
- Hendrickson, C., and Horvarth A. (1998), Comparison of Environmental Implication of Asphalt and Steel Reinforced Concrete Pavement, Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board, 1626(1): pp. 105-113
- Nurjamilah, L.L. dan Wardi N. (2015), Studi Kelayakan Jalan Perkerasan Kaku dan Perkerasan Lentur, J-Ensitem, Vol 2, No 01, pp. 28-34
- Liu Z., Lijun Jiang, Mohamad Osmani and Peter Demian (2019), Building Information Management (BIM) and Blockchain (BC) for Sustainable Building Design Information Management Framework, Electronics Vol. 8(7), pp. 724; <http://doi.org/10.3390/electronics8070724>
- Navarro, I.J, Vicent Penadés-Plà, David Martínez-Muñoz, Rasmus Rempling, Víctor Yepes, Life Cycle Sustainability Assessment For Multi-Criteria Decision Making in Bridge Design: A Review, Journal of Civil Engineering and Management, 2020, 26(7): 690-704
- Puspita N., dan Ari Capri (2017), Analisa Penurunan Tanah Lunak Dengan Beberapa Metode Konsolidasi Pada Proyek Jalan Tol Palindra, Jurnal Cantilever, Vol. 6, No. 1, pp. 17-23, ISSN: 1907-4247 (Print) | ISSN: 2477-4863 (Online)
- Rafli, Bambang Endro Yuwono dan Ripsky Rayshanda (2018), Manfaat penggunaan Building Information Modelling (BIM) Pada Proyek Konstruksi Sebagai Media Komunikasi Stakeholders, CESD Vol 01, No.02 Desember 2018
- Rafli, Y. Rahmawati, Y. Ulfiyati, C. Utomo (2017). Pengaruh Komunikasi Tim Kerja Terhadap Keberhasilan Kolaborasi Desain pada Konsultan Teknik di Jawa Tengah, Konferensi Nasional Teknik Sipil
- Saaty, T.L. (2008), Decision Making with the Analytic Hierarchy Process, Int. J. Services Sciences, Vol. 1, No. 1, Inderscience
- Suparno, M.W. (2015), Manajemen Risiko dalam Proyek Konstruksi, Jurnal Bangunan, Vol. 20, No. 1, pp. 1-12
- Skrzypczaka, I, Marta Sáowikb and Lidia Buda-Oióg (2017), The Application of Reliability Analysis in Engineering Practice – Reinforced Concrete Foundation, Procedia Engineering 193 (2017), pp. 144 – 151
- Tantyonimpuno R.S., dan Retnaningtiast A.D. (2006), Penerapan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) Pada Proses Pengambilan Keputusan Pemilihan Jenis Pondasi (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Royal Plaza Surabaya), Jurnal Teknik Sipil, Vol. 3, No. 2, pp. 77 - 87
- Taroun A. (2012), Decision Support System (DSS) for Construction Project Risk Analysis and Evaluation via Evidential Reasoning (ER), Ph.D Thesis, Faculty of Humanities, University of Manchester, United Kingdom.
- Wibowo H. (2010), MADM-TOOL: Aplikasi Uji Sensitivitas Untuk Model MADM Menggunakan Metode SAW dan TOPSIS. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2010, ISSN: 1907-5022; 56-61, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Wideman, R. Max. (1992), Project and Program Risk Management: A Guide to Managing Project Risks and Opportunities, Volume 6, Project Management Institute.
- Willar, D., et. al. (2020), Sustainable construction practices in the execution of infrastructure projects: The extent of implementation, Smart and Sustainable Built Environment, Vol. ahead-of-print, No. ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/SASBE-07-2019-0086>, ISSN: 2046-6099,
- Wong, J.Y., Chun-Chieh Yip, Kevin Luwemba Mugumya, Bing-Hong Tan, Mohammed Parvez Anwar (2019), Effectiveness of Top-Down Construction Method in Malaysia, International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE) ISSN: 2278-3075, Volume-8, Issue-6S4, April 2019, pp. 386-392