Bab 4

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Kegiatan Survai

Dalam penelitian survai ini ada beberapa kegiatan survai di antara lain survai inventarisasi jalan, survai pencacahan volume lalu lintas dan survai persepsi responden terhadap kelayakan antara jalan aspal dan jalan beton. Untuk persepsi kelayakan jalan aspal dan jalan beton ditinjau dari beberapa faktor dilakukan dengan cara memberikan kuesioner sebanyak 45 buah ke sejumlah orang dari berbagai latar belakang yang berbeda. Responden dipilih berdasarkan katagori yang masing-masing kategori dianggap mewakili elemen masyarakat tertentu yang sedikit banyak bersentuhan dengan masalah jalan atau merasakan pemanfaatan jalan aspal dan beton. Diantara kategori tersebut adalah Dinas PU Bina Marga Kabupaten Pasuruan, Dinas Perhubungan Kabupaten Pasuruan, Konsultan Teknik, Pengajar Perguruan Tinggi Jurusan Teknik Sipil, Pengusaha Kontraktor dan Masyarakat di sekitar lokasi studi yaitu masyarakat di sepanjang jalan Bandaran, jalan Gambiran dan jalan Kedawung. Responden dipilih secara acak dengan proporsi yang berbeda tergantung pada kemudahan dan ketersediaan responden yang dituju.

Survai dilakukan oleh surveyor yang dilengkapi dengan lembar kuesioner yang memuat sebanyak 16 pertanyaan. Untuk alas an kemudahan, surveyor membagi dua

cara untuk menyebarkan kuesioner ke responden. Bagi responden dari instansi (pemerintah atau universitas), kuesioner diserahkan langsung kepada responden yang dipilih, dan responden diberikan waktu ± 3 hari untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan yang ada di lembar kuesioner. Sementara untuk responden dari luar instansi (masyarakat umum), surveyor langsung menanyai masyarakat berdasarkan pertanyaan-pertanyaan yang ada.

Jumlah kuesioner yang disebar semuanya sebanyak 45 buah. Sebanyak 39 buah dikembalikan dan diisi, sementara sisanya tidak kembali dalam waktu yang ditentukan. Dari 39 buah yang diisi, sebanyak 1 buah tidak dapat dipakai karena beberapa pertanyaan tidak diisi atau diisi dengan jawaban ganda, sehingga tidak dapat dipakai dalam analisis (missing).

4.2. Hasil Survai

Kuesioner mengandung 16 pertanyaan yang tiap pertanyaan mewakili faktor-faktor yang mana tiap faktor merupakan komponen yang umum dipakai sebagai bahan untuk penilaian kelayakan jalan. Pertanyaan dalam kuesioner dibentuk sedemikian rupa sehingga dapat menggambarkan perbandinga antar faktor yang terlibat. Secara umum pertanyaan dalam kuesioner dibagi menjadi 4 kelompok utama yang mencirikan 4 jenis matriks yang akan dibentuk guna keperluan analisis dengan metode AHP, keempat kelompok tersebut adalah

a. Kelompok faktor teknis, terdiri dari 6 pertanyaan (pertanyaan nomor 1 sampai 6), menggambarkan perbandingan antar faktor teknis. Hasil yang dituju dari keenam pertanyaan ini adalah matrik faktor teknis berordo 4 x 4 (diberi notasi M44),

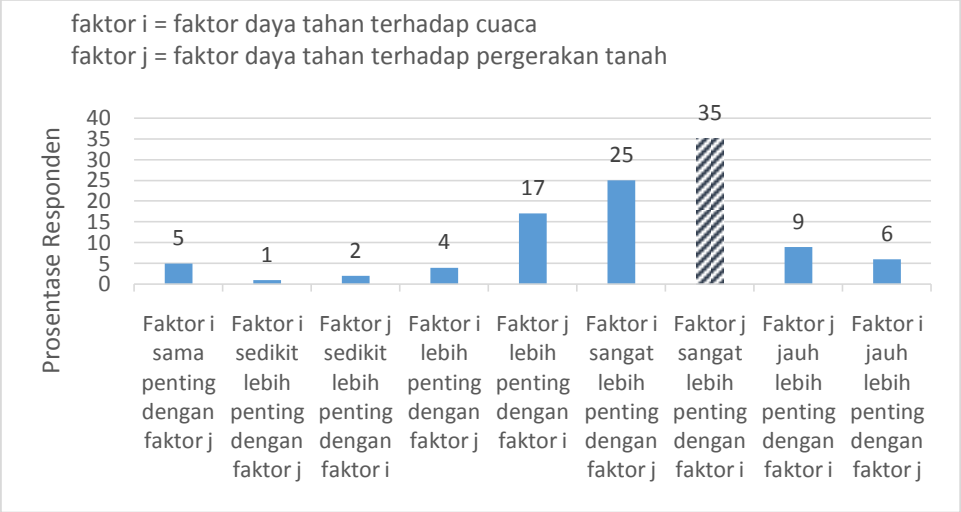
b. Kelompok non teknis terdiri dari 3 pertanyaan (pertanyaan nomor 7 sampai 9) menggambarkan perbandingan antar faktor non teknis. Hasil yang dituju adalah terbentuknya matrik faktor non teknis berordo 5 x 5 (diberi notasi M55)

c. Kelompok penilai jalan berdasarkan faktor teknis, terdiri dari 3 pertanyaan (pertanyaan nomor 10 sampai 12), menggambarkan kelayakan jalan ditinjau dari sisi faktor teknis. Hasil yang dituju adalah perbandingan kelayakan jalan untuk faktor teknis berordo 2 x 2 sebanyak 4 buah (diberi notasi MK1, MK2, Mk3 dan MK4)

d. Kelompok penilaian jalan berdasarkan faktor non teknis, terdiri dari 4 pertanyaan (pertanyaan nomor 13 sampai 16), menggambarkan kelayakan jalan ditinjau dari sisi faktor non teknis. Hasil yang dituju adalah matriks perbandingan kelayakan jalan untuk faktor non teknis berordo 2 x 2 sebanyak 5 buah (diberi notasi MK5, MK6, MK7, dan MK8)

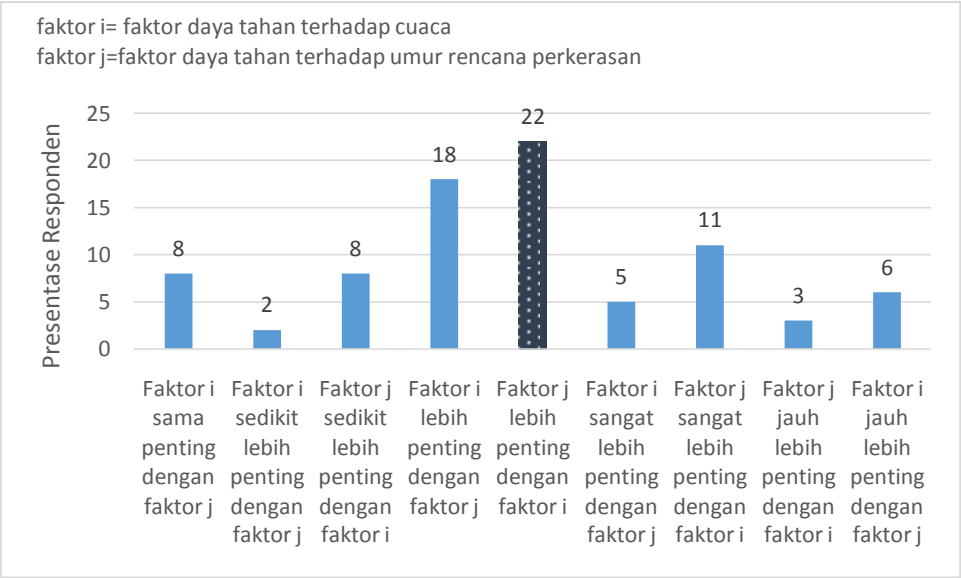
4.2.1. Jawaban Pertanyaan Kelompok Faktor Teknis

a. Pertanyaan Nomor 1 (faktor daya tahan terhadap cuaca dengan daya tahan terhadap pergerakan tanah). Untuk pertanyaan 1, jawaban terbanyak adalah poin (g) yaitu daya tahan terhadap pergerkan tanah sangat lebih penting dibandingkan daya tahan terhadap cuaca. Sementara jawaban terendah adalah poin (b) yaitu daya tahan terhadap cuaca sedikit lebih penting dibanding daya tahan terhadap pergerakan tanah.



Gambar 4.1 Distribusi frekuensi jawaban responden terhadap pertanyaan nomor 1 (faktor daya tahan terhadap cuaca dengan daya tahan terhadap pergerakan tanah)

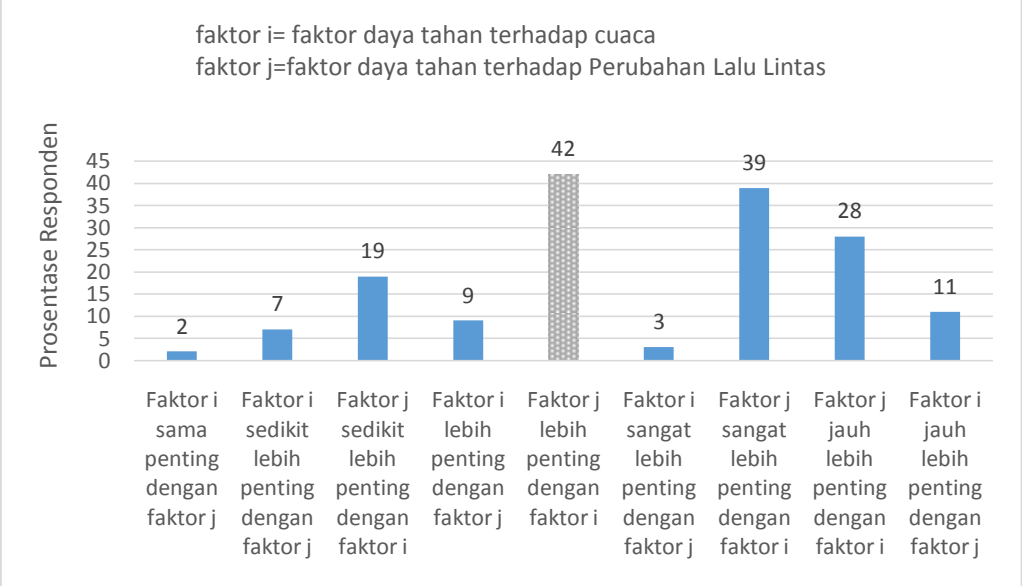
b. Pertanyaan nomor 2 (faktor daya tahan terhadap cuaca dengan daya tahan terhadap umur rencana perkerasan)



Gambar 4.2 Distribusi frekuensi jawaban responden terhadap pertanyaan nomor 2 (faktor daya tahan terhadap cuaca dengan daya tahan terhadap umur rencana perkerasan)

Untuk pertanyaan nomor 2, jawaban terbanyak adalah poin (e) yaitu daya tahan terhadap umur rencana perkerasan lebih penting dibanding daya tahan terhadap cuaca. Sementara jawaban terendah adalah poin (b) yaitu faktor daya tahan terhadap cuaca sedikit lebih penting dengan faktor daya tahan terhadap umur rencana perkerasan.

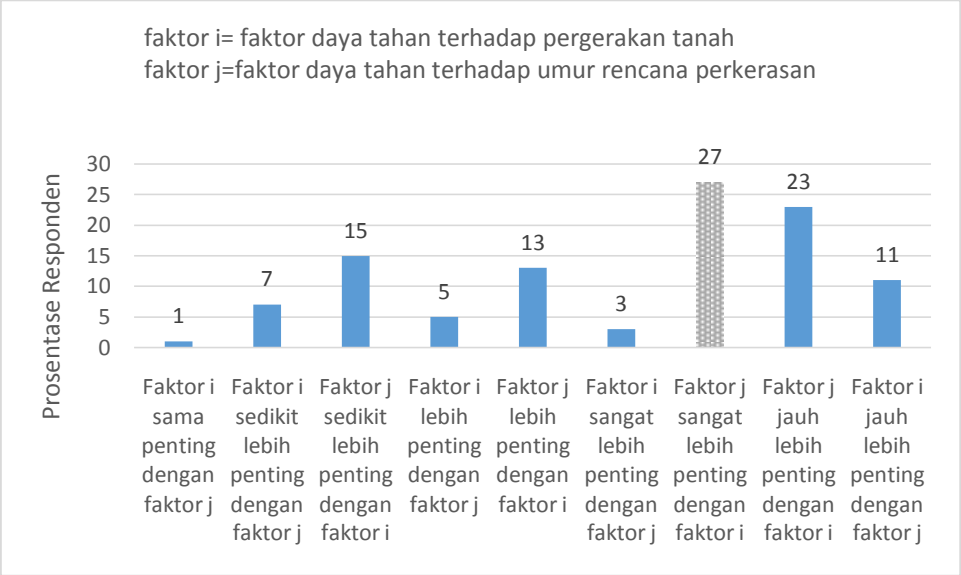
c. Pertanyaan nomor 3 (faktor daya tahan terhadap cuaca dengan daya tahan terhadap perubahan lalu lintas). Untuk pertanyaan nomor 3, jawaban terbanyak adalah poin (e) yaitu faktor daya tahan terhadap cuaca lebih penting daya tahan terhadap perubahan lalu lintas.



Gambar 4.3 Distribusi frekuensi jawaban responden terhadap pertanyaan nomor 3 (faktor daya tahan terhadap cuaca dengan daya tahan terhadap perubahan lalu lintas)

Sementara jawaban terendah adalah poin (a) yaitu faktor daya tahan terhadap cuaca sama penting dengan faktor daya tahan terhadap perubahan lalu lintas.

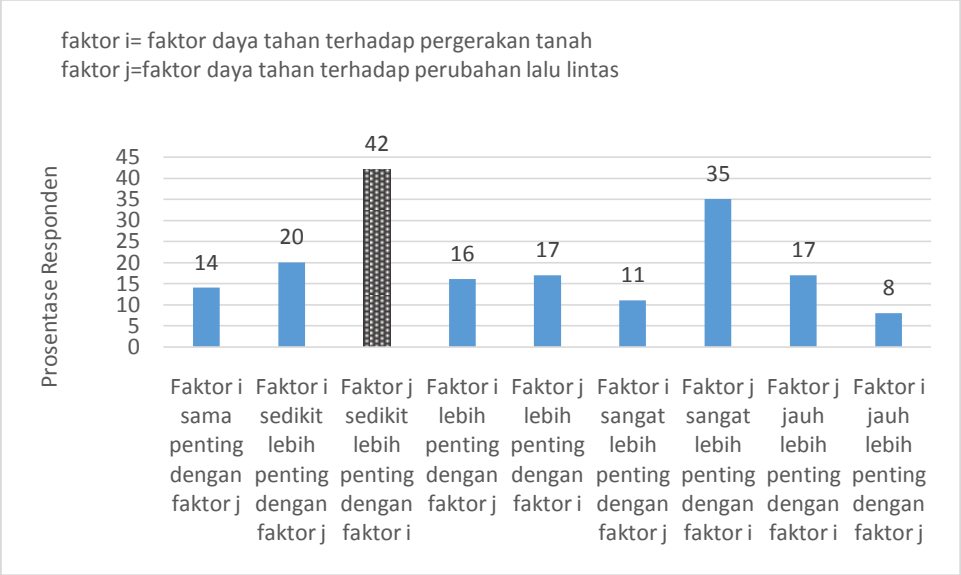
d. Pertanyaan nomor 4 (faktor daya tahan terhadap pergerakan tanah dengan daya tahan terhadap umur rencana perkerasan). Untuk pertanyaan nomor 4, jawaban terbanyak adalah poin (g) yaitu faktor daya tahan terhadap pergerakan tanah sangat lebih penting dengan daya tahan terhadap umur rencana perkerasan.



Gambar 4.4 Distribusi frekuensi jawaban responden terhadap pertanyaan nomor 4 (faktor daya tahan terhadap pergerakan tanah dengan daya tahan terhadap umur rencana perkerasan).

Sementara jawaban terendah adalah poin (a) yaitu faktor daya tahan terhadap pergerakan tanah sama penting dengan faktor daya tahan terhadap umur rencana perkerasan.

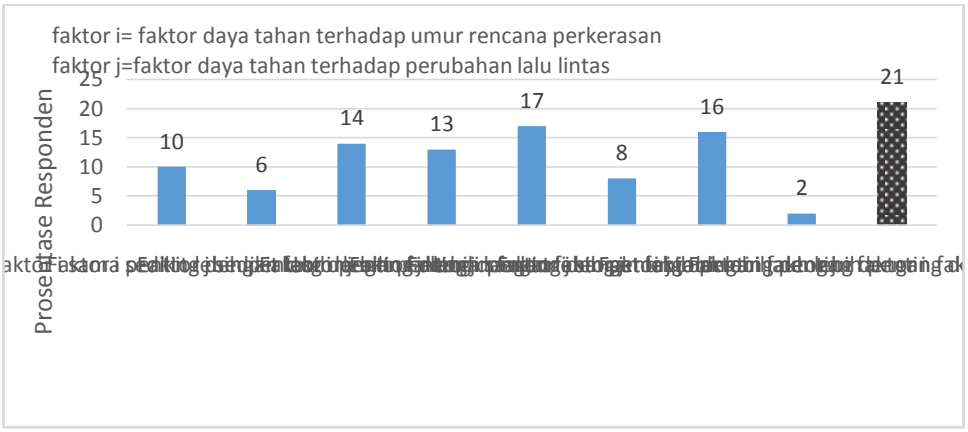
e. Pertanyaan nomor 5 (faktor daya tahan terhadap pergerakan tanah dengan daya tahan terhadap perubahan lalu lintas). Untuk pertanyaan nomor 5, jawaban terbanyak adalah poin (c) yaitu faktor daya tahan terhadap pergerakan tanah sedikit lebih penting dengan daya tahan terhadap perubahan lalu lintas.



Gambar 4.5 Distribusi frekuensi jawaban responden terhadap pertanyaan nomor 5 (faktor daya tahan terhadap pergerakan tanah dengan daya tahan terhadap perubahan lalu lintas).

Sementara jawaban terendah adalah poin (i) yaitu faktor daya tahan terhadap pergerakan tanah jauh lebih penting dengan faktor daya tahan terhadap perubahan lalu lintas.

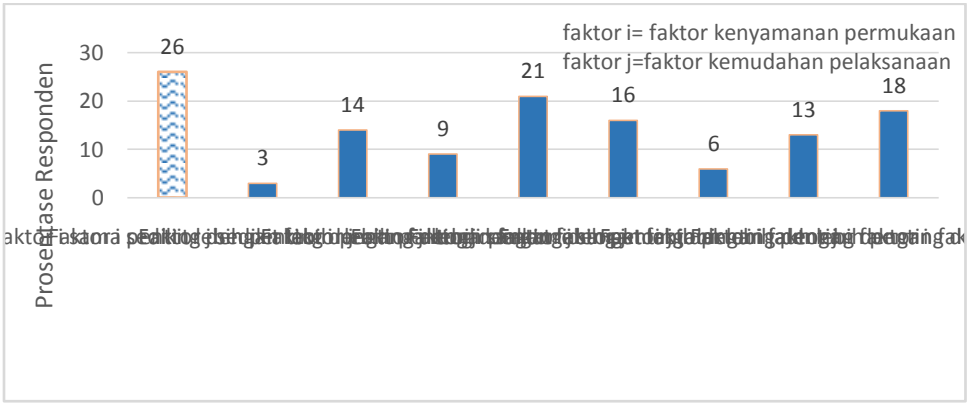
f. Pertanyaan nomor 6 (faktor daya tahan terhadap umur rencana perkerasan dengan daya tahan terhadap perubahan lalu lintas). Untuk pertanyaan nomor 6, jawaban terbanyak adalah poin (i) yaitu faktor daya tahan terhadap umur rencana perkerasan jauh lebih penting dengan daya tahan terhadap perubahan lalu lintas. Sementara jawaban terendah adalah poin (h) yaitu faktor daya tahan terhadap perubahan lalu lintas jauh lebih penting dengan faktor daya tahan terhadap umur rencana perkerasan.



Gambar 4.6 Distribusi frekuensi jawaban responden terhadap pertanyaan nomor 6 (faktor daya tahan terhadap umur rencana perkerasan dengan daya tahan terhadap perubahan lalu lintas).

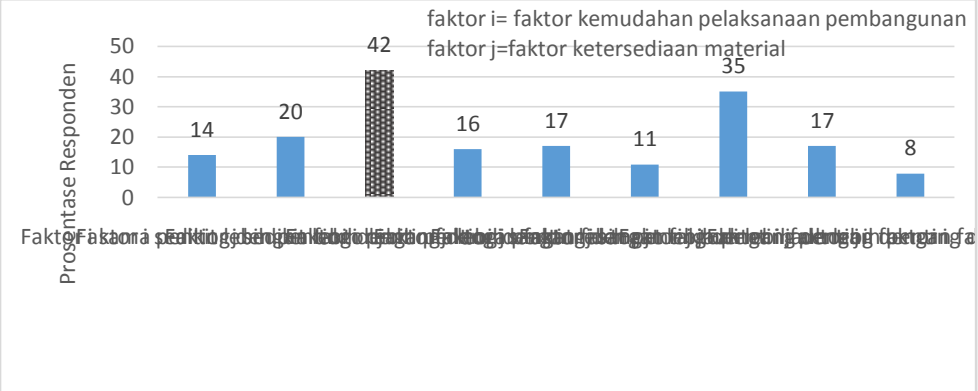
4.2.2. Jawaban Pertanyaan Kelompok Faktor Non Teknis

a. Pertanyaan nomor 7 (faktor kenyamanan permukaan jalan dengan kemudahan pelaksanaan pembangunan) Untuk pertanyaan nomor 7, jawaban terbanyak adalah poin (a) yaitu kenyamanan permukaan jalan sama penting dibanding dengan kemudahan pelaksanaan pembangunan. Sementara jawaban terendah adalah poin (b) yaitu kenyaman permukaan jalan sedikit lebih penting dibanding kemudahan pelaksanaan pembangunan.



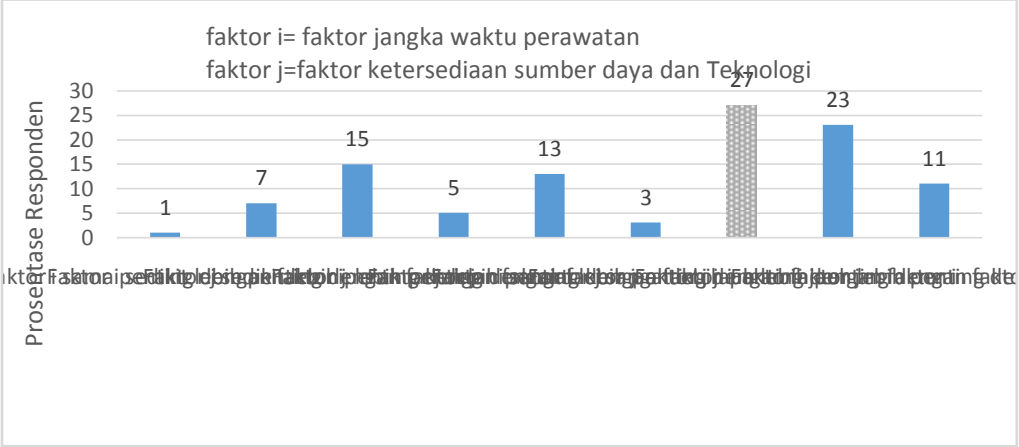
Gambar 4.7 Distribusi frekuensi jawaban responden terhadap pertanyaan nomor7 (faktor kenyamanan jalan dengan kemudahan pelaksanaan pembangunan).

b. Pertanyaan nomor 8 (faktor kemudahan pelaksanaan pembangunan dengan ketersediaan material) Untuk pertanyaan nomor 8, jawaban terbanyak adalah poin (e) yaitu ketersediaan material lebih penting dibanding dengan kemudahan pelaksanaan pembangunan. Sementara jawaban terendah adalah poin (f) yaitu kemudahaan pelaksanaan pembangunan sangat lebih penting dibanding ketersediaan material.



Gambar 4.8 Distribusi frekuensi jawaban responden terhadap pertanyaan nomor 8 (faktor kemudahan pembangunan dengan ketersediaan material).

c. Pertanyaan nomor 9 (faktor jangka waktu perawatan dengan ketersediaan sumber daya dan teknologi) Untuk pertanyaan nomor 8, jawaban terbanyak adalah poin (g) yaitu jangka waktu perawatansangat lebih penting dibanding dengan ketersediaan sumberdaya dan teknologi. Sementara jawaban terendah adalah poin (a).

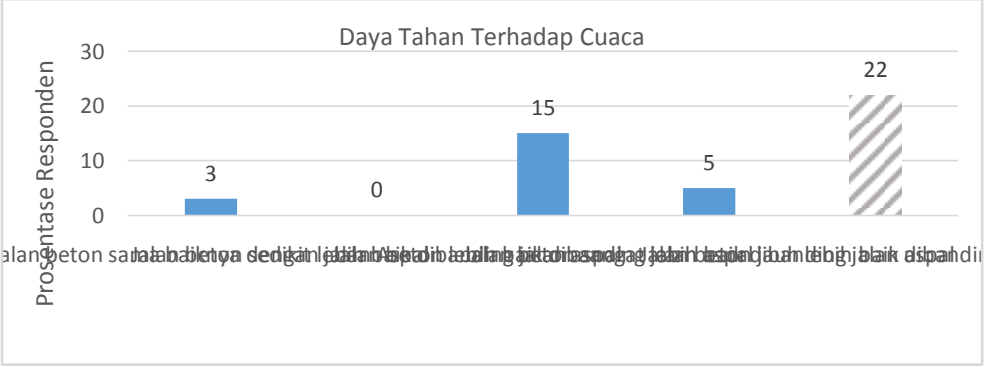


Gambar 4.9 Distribusi frekuensi jawaban responden terhadap pertanyaan nomor 9 (faktor waktu perawatan dengan faktor ketersediaan sumber daya dan teknologi).

4.2.3 Jawaban pertanyaan kelompok kelayakan jalan berdasarkan faktor teknis

a. Pertanyaan nomor 10 (kelayakan jalan berdasarkan faktor daya tahan cuaca)

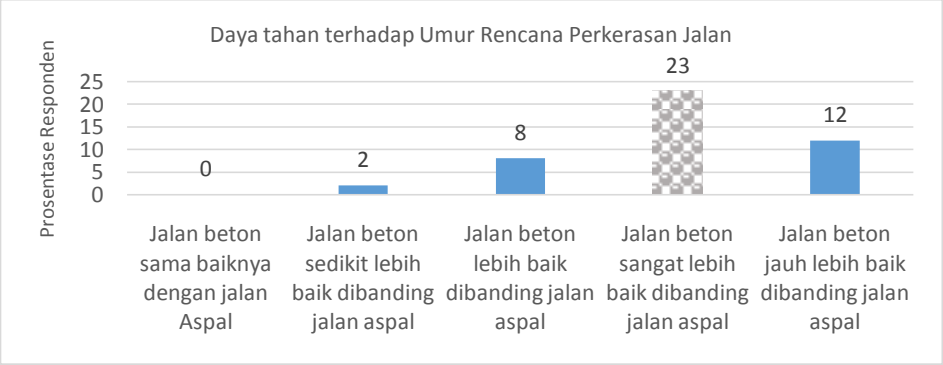
Untuk pertanyaan nomor 10, jawaban terbanyak adalah poin (e) yaitu berdasarkan faktor daya tahan terhadap cuaca, jalan beton jauh lebih baikdaya dibanding jalan aspal. Sementara jawaban terendah adalah poin (b) yaitu jalan beton sedikit lebih baik dibanding jalan aspal.



Gambar 4.10 Distribusi frekuensi jawaban responden terhadap pertanyaan nomor 10 (Kelayakan jalan berdasarkan faktor daya tahan terhadap cuaca).

b. Pertanyaan nomor 11 (kelayakan jalan berdasarkan faktor daya tahan terhadap umur rencana perkerasan jalan)

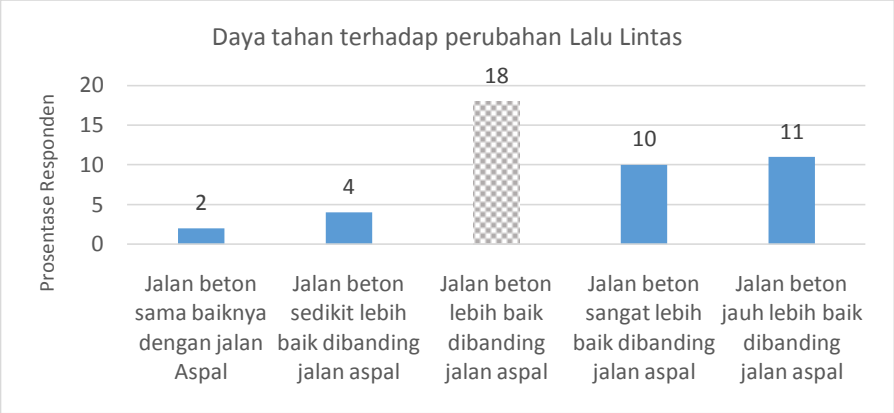
Untuk pertanyaan nomor 11, jawaban terbanyak adalah poin (d) yaitu berdasarkan faktor daya tahan terhadap umur rencana perkerasan jalan, jalan beton sangat lebih baik dibanding jalan aspal. Sementara jawaban terendah adalah poin (a) yaitu jalan beton sama baiknya dengan jalan aspal.



Gambar 4.11 Distribusi frekuensi jawaban responden terhadap pertanyaan nomor 11 (Kelayakan jalan berdasarkan faktor daya tahan terhadap umur rencana perkerasan jalan).

c. Pertanyaan nomor 12 (kelayakan jalan berdasarkan faktor daya tahan terhadap perubahan lalu lintas)

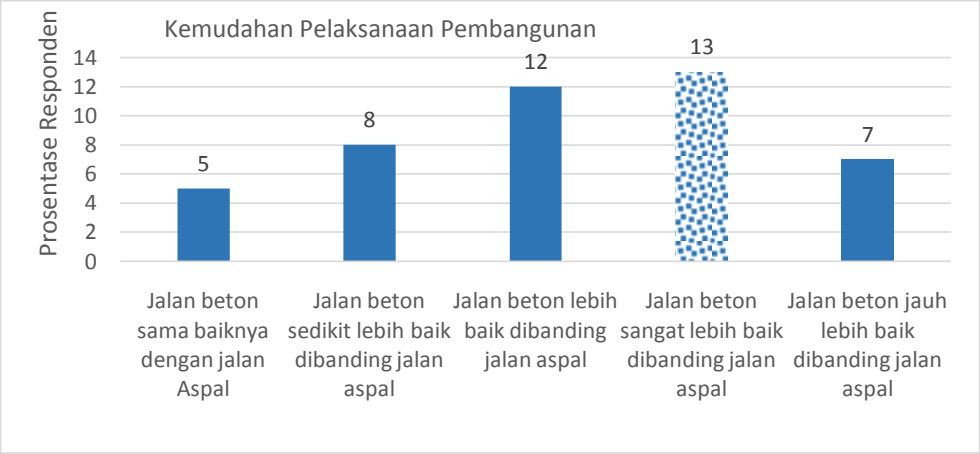
Untuk pertanyaan nomor 12, jawaban terbanyak adalah poin (c) yaitu berdasarkan faktor daya tahan terhadap perubahan lalu lintas, jalan beton lebih baik dibanding jalan aspal. Sementara jawaban terendah adalah poin (a) yaitu jalan beton sama baiknya dengan jalan aspal.



Gambar 4.12 Distribusi frekuensi jawaban responden terhadap pertanyaan nomor 12 (Kelayakan jalan berdasarkan faktor daya tahan terhadap perubahan lalu lintas).

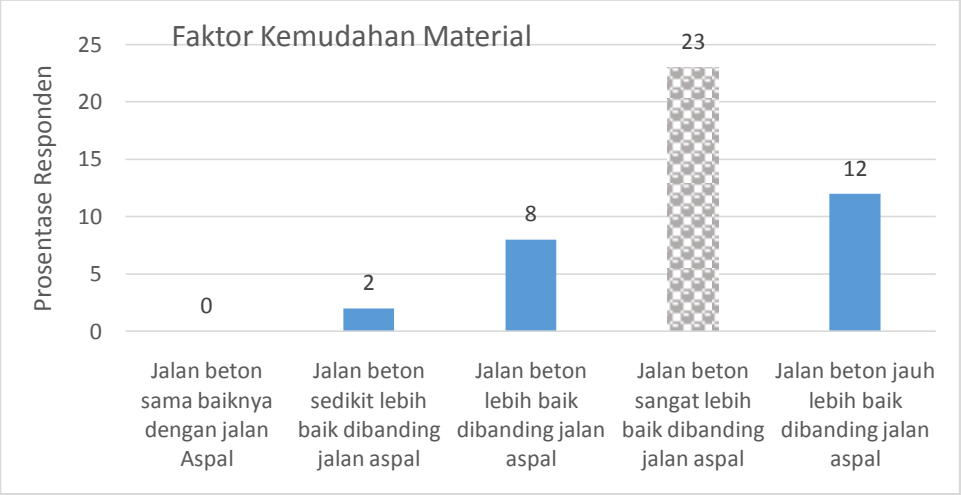
4.2.4 Jawaban pertanyaan kelompok kelayakan jalan berdasarkan faktor non teknis

a. Pertanyaan nomor 13 (kelayakan jalan berdasarkan kemudahan pelaksanaan pembangunan jalan). Untuk pertanyaan nomor 13, jawaban terbanyak adalah poin (d) yaitu berdasarkan faktor kemudahan pelaksanaan pembangunan jalan, jalan betonsangat lebih baik dibanding jalan aspal. Sementara jawaban terendah adalah poin (a) yaitu jalan beton sama baiknyadengan jalan aspal.



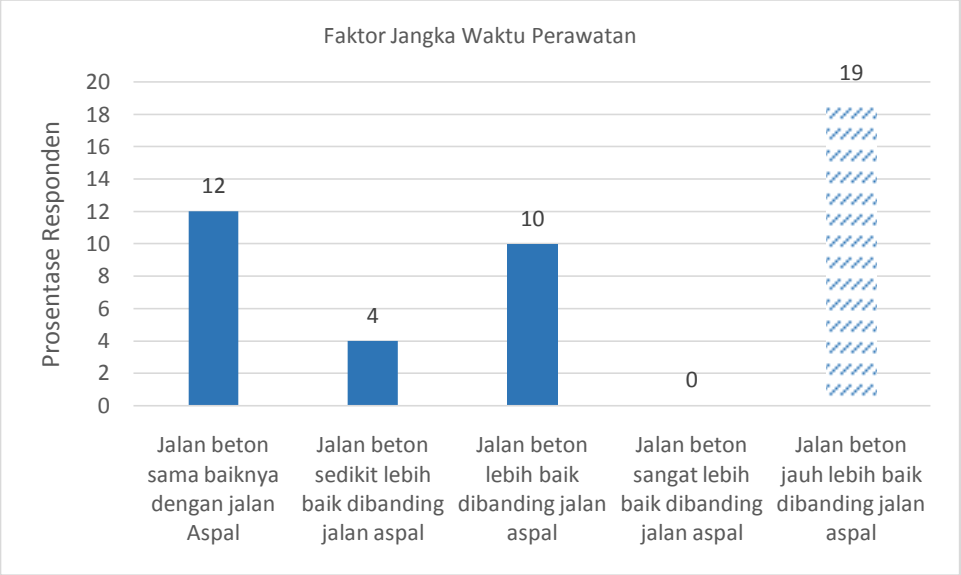
Gambar 4.13. Distribusi frekuensi jawaban responden terhadap pertanyaan nomor 13 (Kelayakan jalan berdasarkan faktor kemudahan pelaksanaan pembangunan).

b. Pertanyaan nomor 14 (kelayakan jalan berdasarkan kemudahan material). Untuk pertanyaan nomor 14, jawaban terbanyak adalah poin (d) yaitu berdasarkan faktor kemudahan material, jalan beton sangat lebih baik dibanding jalan aspal. Sementara jawaban terendah adalah poin (a) yaitu jalan beton sama baiknya dibanding jalan aspal.



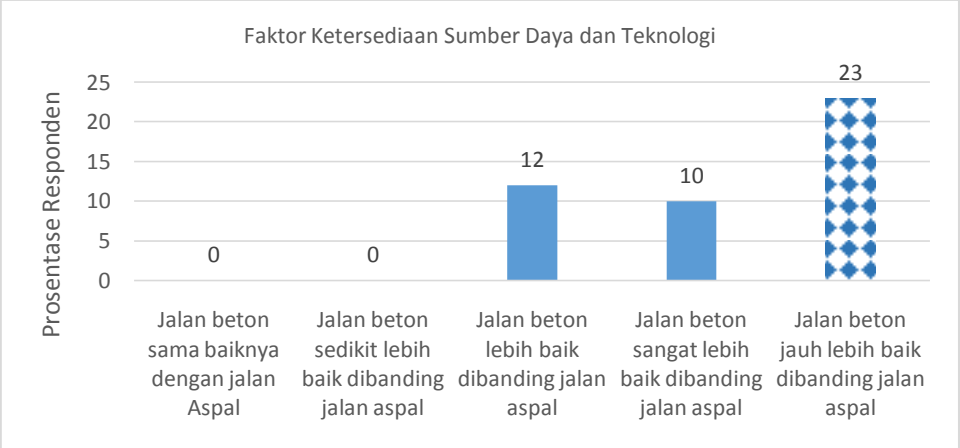
Gambar 4.14. Distribusi frekuensi jawaban responden terhadap pertanyaan nomor 14 (Kelayakan jalan berdasarkan faktor kemudahan material).

c. Pertanyaan nomor 15 (kelayakan jalan berdasarkan jangka waktu perawatan). Untuk pertanyaan nomor 15, jawaban terbanyak adalah poin (e) yaitu berdasarkan faktor jangka waktu perawatan, jalan beton jauh lebih baik dibanding jalan aspal. Sementara jawaban terendah adalah poin (d) yaitu jalan beton sangat lebih baik dibanding jalan aspal.



Gambar 4.15. Distribusi frekuensi jawaban responden terhadap pertanyaan nomor 15 (Kelayakan jalan berdasarkan faktor Jangka Waktu Perwatan).

d. Pertanyaan nomor 16 (kelayakan jalan berdasarkan sumber daya dan teknologi). Untuk pertanyaan nomor 16, jawaban terbanyak adalah poin (e) yaitu berdasarkan faktor sumber daya dan teknologi, jalan beton jauh lebih baik dibanding jalan aspal. Sementara jawaban terendah adalah poin (a) dan poin (b).



Gambar 4.16. Distribusi frekuensi jawaban responden terhadap pertanyaan nomor 16 (Kelayakan jalan berdasarkan faktor sumber daya dan teknologi).

4.3. Pembentukan Matriks Berpasangan *(Pairse Comparise)* jawaban Responden

Hasil penilaian jawaban responden terhadap tiap pertanyaan selanjutnya dapat dibantuk matriks. Pembentukan matriks dilakukan pada tiap kelompok pertanyaan dengan ordo sesuai dengan jumlah pertanyaan dalam setiap kelompok sebagaimana diuraikan dalam bagian sebelumnya. Hasil penilaian pada bagian sebelumnya dimasukan dalam sel-sel yang berada diatas diagonal. Sel diagonal akan diisi dengan angka 1. Sementara sel lain akan diisi dengan angka kebalikan *(invers)* sesuai dengan pasangan sel sejenis (missal $aij = aij^{-1}$).

Prosedur pemasukan jawaban adalah sebagai berikut:

a. Tiap jawaban responden pada tiap pertanyaan akan diberi penilaian sesuai dengan aturan Saaty (Tabel 2.1)
b. Hasil penilaian dalam satu pertanyaan untuk semua responden (45 orang) lalu dirata-rata
c. Nilai rata-rata merupakan jawaban yang mewakili semua responden untuk tiap pertanyaan
d. Nilai tersebut selanjutnya dimasukan dalam matriks berpasangan dan ditempatkan sesuai dengan pasangan antar faktor yang ditinjau.

Tabel 4.1 Hasil penilaian jawaban responden berdasarkan skala Saaty

Responden ke	Nomor Pertanyaan dalam Responden															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	0.17	0.167	5	9	0.17	0.167	0.1	1	5	9	7	7	5	3	7	1
2	0.2	0.25	0.2	5	0.14	0.25	0.2	5	9	9	5	9	5	9	9	1
3	5	0.2	7	0.1	5	0.2	0.1	7	5	9	5	1	7	1	5	3
4	0.11	0.2	9	0.1	0.11	0.2	0.2	5	7	9	7	7	9	9	1	1
5	0.11	0.111	0.2	5	0.11	0.1111	0.2	1	5	5	3	5	9	5	5	1
6	1	5	5	0.1	1	0.1111	0.1	1	7	5	3	3	7	1	5	3
7	0.14	1	0.1	5	0.14	1	0.1	5	5	1	9	5	9	9	9	3
8	1	0.143	1	5	1	0.1429	1	1	3	5	9	1	1	9	1	1
9	0.14	0.2	0.1	0.1	0.14	0.2	0.1	5	5	5	7	3	7	9	5	7
10	0.33	7	0.2	0.2	5	0.1429	0.2	7	1	9	5	9	7	7	9	1
11	0.11	0.2	0.1	5	0.11	0.2	0.1	5	3	1	5	5	5	5	5	1
12	0.11	0.111	1	0.1	0.11	0.1111	1	7	9	5	7	9	5	5	7	1
13	1	5	9	0.1	1	5	0.1	5	1	1	5	5	9	7	5	3
14	0.14	1	5	0.2	0.14	1	5	5	3	5	7	5	5	5	7	3
15	1	0.143	0.1	0.1	1	0.1429	0.1	1	5	7	7	9	5	7	5	5
16	0.14	0.2	0.1	0.2	0.14	0.2	0.1	3	1	5	9	1	1	7	5	5
17	5	0.2	1	0.1	5	0.2	1	5	3	7	5	5	9	9	9	1
18	0.17	0.167	0.1	5	0.17	0.167	0.1	5	9	5	5	9	5	5	5	1
19	0.2	0.25	1	0.2	0.11	0.25	1	3	1	5	9	5	9	9	5	1
20	5	0.2	0.1	0.2	5	0.2	0.1	1	9	7	1	7	1	5	1	1
21	0.11	9	5	0.1	0.11	0.1111	0.1	1	5	1	5	5	7	5	1	1
22	0.14	9	0.2	0.1	0.14	0.2	0.2	3	1	5	9	7	5	9	5	3
23	0.11	0.2	0.1	5	0.14	0.2	0.1	9	9	5	5	5	7	1	9	3
24	0.14	5	0.2	0.2	0.14	0.2	0.2	1	9	7	7	5	5	5	1	5
25	5	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	9	9	3	5	9	5	1	7	1
26	0.11	0.2	5	0.2	0.11	0.2	0.2	5	7	5	7	9	7	5	5	1
27	0.11	0.111	0.2	7	0.11	0.1111	0.2	1	5	1	5	5	5	7	7	3
28	0.14	1	0.2	0.1	0.14	1	0.2	9	5	5	5	9	1	5	5	3
29	1	0.143	9	0.2	1	0.1429	0.1	9	7	1	7	5	1	1	5	1
30	0.14	0.2	0.1	5	0.14	0.2	0.1	9	5	3	3	7	5	1	7	1
31	0.14	9	5	0.1	0.14	0.1111	0.2	7	7	1	5	5	9	5	5	1
32	0.14	0.143	0.2	1	0.14	0.1429	0.2	5	7	7	9	7	5	1	1	1
33	0.14	0.2	0.1	0.1	0.14	0.2	0.1	5	9	1	5	5	7	5	5	1
34	0.14	5	5	0.2	0.14	5	7	7	5	7	1	5	5	7	1	3
35	0.11	0.143	0.1	0.1	0.11	0.1429	0.1	5	9	7	3	9	7	5	5	1
36	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	7	5	5	9	9	5	7	5	1
37	0.11	0.111	5	0.1	0.11	0.1111	0.1	7	5	3	7	5	3	5	1	1
38	0.11	5	0.1	0.2	0.11	0.1111	0.1	9	5	5	9	9	5	5	3	1
39	9	0.2	5	0.1	0.11	0.2	0.1	5	1	1	6	5	1	1	5	1
40	0.14	0.2	5	0.1	0.11	0.2	0.1	9	3	3	7	5	3	3	9	3
41	0.2	9	0.1	0.5	0.2	0.2	0.1	5	5	9	7	3	9	5	5	3
42	0.2	9	0.2	0.1	0.2	0.1429	0.2	5	9	5	5	5	1	5	1	5
43	0.167	0.143	5	1	0.167	0.1429	0.1	9	5	5	3	9	3	3	5	1
44	0.25	5	0.1	0.1	0.25	5	0.1	1	1	5	3	3	5	1	3	1
45	0.2	0.143	9	0.1	0.2	0.1429	0.2	5	1	6	9	5	1	1	5	1
RATA-RATA	1	2	2	1	1	0.5	0.5	5	5	5	6	6	5	5	5	2.0

Sumber: Olahan Peneliti (2018)

4.3.1. Matrik M44 (Matrik Pasangan Antar Faktor Teknis)

Merupakan matriks berordo 4 x 4 yang dibentuk dari nilai jawaban dalam kelompok pertanyaan nomor 1 sampai 4 yang merupakan perbandingan antar faktor

teknis sebagaimana diuraikan dalam bagian sebelumnya. Hasil pembentukan matrik dapat dilihat dalam tabel 4.2.

	Daya tahan terhadap Cuaca	Daya tahan terhadap pergerkan tanah	Umur Rencana Perkerasan	Daya Tahan Terhadap Lalu Lintas
Daya tahan terhadap Cuaca	1	2	2	1
Daya tahan terhadap pergerkan tanah	0.5	1	5	2
Umur Rencana Perkerasan	0.5	0.2	1	3
Daya Tahan Terhadap Lalu Lintas	1.0	0.5	0.3	1

Tabel 4.2 Matriks M44 (matriks perbandingan antar faktor teknis)

Sumber: Olahan Peneliti (2018)

4.3.2. Matriks M55 (Matriks Pasangan Antar Faktor Non Teknis)

Merupakan matriks berordo 5 x 5 yang dibentuk dari nilai jawaban dalam kelompok pertanyaan nomor 5 sampai 9 yang merupakan perbandingan antar faktor non teknis sebagaimana diuraikan dalam bagian sebelumnya. Hasil pembentukan matriks dapat dilihat dalam Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Matriks M55 (matriks perbandingan antar faktor non teknis)

	Kenyamanan Permukaan	Kemudahan Pelaksanaan Pembangunan	Jangka Waktu Perawatan	Ketersediaan Material	Ketersediaan Sumber Daya dan Teknologi
Kenyamanan Permukaan	1	0.5	0.5	5	5
Kemudahan Pelaksanaan Pembangunan	2	1	2	2	5
Jangka Waktu Perawatan	2	0.5	1	3	2
Ketersediaan Material	0.2	0.5	0.33	1	5
Ketersediaan Sumber Daya dan Teknologi	0.2	0.2	0.5	0.2	1

Sumber: Olahan Peneliti (2018)

4.3.3. Matriks MK (Matriks Pasangan antar *Alternatif*)

Merupakan matriks berordo 2 x 2 yang dibentuk dari nilai jawaban dalam kelompok pertanyaan nomor 10 sampai 16 yang merupakan penilaian kelayakan jalan berdasar faktor teknis dan non teknis sebagaimana diuraikan dalam bagian sebelumnya. Hasilnya pembentukan matriks dapat dilihat dalam Tabel 4.4 sampai 4.11.

Tabel 4.4 Matriks MK1 (kelayakan jalan berdasarkan faktor daya tahan terhadap cuaca)

	Beton	Aspal
Beton	1	5
Aspal	0.2	1

Sumber :Olahan Peneliti (2018)

Tabel 4.5 Matriks MK2 (kelayakan jalan berdasarkan faktor daya tahan terhadap pergerakan tanah)

	Beton	Aspal
Beton	1	6
Aspal	0.167	1

Sumber :Olahan Peneliti (2018)

Tabel 4.6. Matriks MK3 (kelayakan jalan berdasarkan faktor daya tahan terhadap umur rencana perkerasan jalan)

	Beton	Aspal
Beton	1	6
Aspal	0.167	1

Sumber :Olahan Peneliti (2018)

Tabel 4.7. Matriks MK4 (kelayakan jalan berdasarkan faktor daya tahan terhadap perubahan lalu lintas)

	Beton	Aspal
Beton	1	5
Aspal	0.2	1

Sumber :Olahan Peneliti (2018)

Tabel 4.8. Matriks MK5 (kelayakan jalan berdasarkan faktor kenyamanan permukaan jalan)

	Aspal	Beton
Aspal	1	0.2
Beton	5	1

Sumber :Olahan Peneliti (2018)

Tabel 4.9. Matriks MK6 (kelayakan jalan berdasarkan faktor kemudahan pelaksanaan pembangunan)

	Aspal	Beton
Aspal	1	0.2
Beton	5	1

Sumber :Olahan Peneliti (2018)

Tabel 4.10. Matriks MK7 (kelayakan jalan berdasarkan faktor jangka waktu perawatan dan ketersediaan material pembangunan)

	Aspal	Beton
Aspal	1	0.2
Beton	5	1

Sumber :Olahan Peneliti (2018)

Tabel 4.11. Matriks MK8 (kelayakan jalan berdasarkan faktor ketersedian Sumberdaya dan Teknologi)

	Aspal	Beton
Aspal	1	0.5
Beton	2	1

Sumber :Olahan Peneliti (2018)

4.4. Pembobotan Tiap Faktor yang terlibat

Inti dari proses pembobotan adalah menggunakan suatu nilai yang disebut nilai eigen (e). Pembobotan dengan cara manual dimulai dengan mencari nilai eigen tiap

matrik dalam tabel 4.2 sampai 4.11, mengalihkan antar nilai eigen untuk mendapatkan vector akhir dan menganalisis nilai eigen dalam vektor untuk menentukan kelayakan jalan. Urutan prosedur perhitungan sebagaimana ditunjukkan gambar 3.4 pada bagian sebelumnya.

4.4.1. Pembobotan untuk Faktor Teknis

Yang termasuk dalam faktor teknis adalah daya tahan terhadap cuaca, daya tahan terhadap pergerakan tanah, daya tahan terhadap umur rencana perkerasan jalan dan daya tahan terhadap perubahan lalu lintas. Pembobotan untuk keempat faktor dilakukan dengan menggunakan metode eigen. Sebagai basis adalah matriks penilaian dalam matriks M44. Urutan pembentukan nilai eigen adalah sebagai berikut: 1) Matriks dikuadratkan terlebih dahulu dengan cara mengalihkan matriks yang sama, 2) Matriks hasil kuadrat kemudian dibentuk vektor dengan cara menjumlah tiap barisnya, 3) vector kemudian dinormalisasikan dengan cara membagi tiap elemen dengan jumlahnya, dan 4) hasilnya adalah berupa vektor eigen.

M44

1	2	2	1
0,5	1	5	2
0,5	0,2	1	3
1,0	0,5	0,3	1

x

M44

1	2	2	1
0,5	1	5	2
0,5	0,2	1	3
1,0	0,5	0,3	1

=

4,00	4,90	14,33	12,00
5,50	4,00	11,67	19,50
4,10	2,90	4,00	6,90
2,42	3,07	5,17	4,00

35,23
40,67
17,90
14,65
108,45

V41

0,32
0,37
0,17
0,14

Sumber: Olahan Peneliti

Hasil akhir pembobotan adalah sebagai berikut 1) daya tahan terhadap cuaca nilai bobot sebesar 0,32; 2) daya tahan terhadap pergerakan tanah 0,37; 3) daya tahan

terhadap umur rencana perkerasan jalan 0,17; dan 4) daya tahan terhadap perubahan lalu lintas sebesar 0,14.

4.4.2. Pembobotan untuk Faktor Non Teknis

Yang termasuk dalam faktor non teknis adalah 1) Kenyamanan permukaan jalan, 2) Kemudahan pelaksanaan pembangunan, 3) Jangka waktu perawatan jalan, 4) Ketersediaan Material, dan 5) Ketersediaan Sumberdaya dan Teknologi. Pembobotan untuk keempat faktor dilakukan dengan menggunakan metode eigen. Sebagai basis adalah matriks penilaian dalam matriks M55. Urutan pembentukan nilai eigen sebagai berikut: 1) Matriks dikuadratkan terlebih dahulu dengan cara mengalihkan matriks yang sama, 2) Matriks hasil kuadrat kemudian dibentuk vektor dengan cara menjumlah tiap barisnya, 3) vector kemudian dinormalisasikan dengan cara membagi tiap elemen dengan jumlahnya, dan 4) hasilnya adalah berupa vektor eigen.

M55

1	0.5	0,5	5	5
2	1	2	2	5
2	0,5	1	3	2
0,2	0,5	0,33	1	5
0,2	0,2	0,5	0,2	1

x

M55

1	0,5	0,5	5	5
2	1	2	2	5
2	0,5	1	3	2
0,2	0,5	0,33	1	5
0,2	0,2	0,5	0,2	1

=

5,00	4,75	6,17	13,50	38,50
9,40	5,00	8,17	21,00	34,00
6,00	3,90	5,00	17,40	31,50
3,07	2,27	4,27	5,00	14,17
1,84	0,85	1,57	3,30	5,00

67,92
77,57
63,80
28,77
12,56
250,61

V51

0,27
0,31
0,25
0,11
0,05

Sumber: Olahan Peneliti (2018)

Hasil akhir pembobotan adalah sebagai berikut 1) kenyamanan permukaan jalan nilai bobot sebesar 0,27; 2) kemudahan pelaksanaan pembangunan 0,31; 3) jangka waktu perawatan jalan 0,25; 4) ketersediaan material sebesar 0,11; dan 5) ketersediaan Sumberdaya dan Teknologi 0,05.

4.4.3. Pembobotan untuk *Alternatif*berdasarkan Faktor Teknis

Alternatif dalam penelitian ini adalah obyek yang dinilai kelayakan yaitu 1) Konstruksi aspal dan 2) Konstruksi beton. Untuk pembobotan *alternatif* berdasarkan faktor teknis didasarkan atas matriks jawaban responden yang telah dibentuk yaitu MK1(penilaian antara aspal dan beton dilihat dari faktor daya tahan terhadap cuaca), MK2 (penilaian antara aspal dan beton dilihat dari faktor daya tahan terhadap pergerakan tanah), MK3 (penilaian antara aspal dan beton dilihat dari faktor daya tahan terhadap umur rencana perkerasan jalan), dan MK4 (penilaian antara aspal dan beton dilihat dari faktor daya tahan terhadap perubahan lalu lintas)

a. Pembobotan matrik MK1

MK1

	Beton	Aspal
Beton	1	5
Aspal	0,2	1

x

	Beton	Aspal
Beton	1	5
Aspal	0,2	1

=

2	10
0,4	2

=

12
2,4
14

=

VK1
0,83
0,17

MK2

	Beton	Aspal
Beton	1	6
Aspal	0,167	1

x

	Beton	Aspal
Beton	1	6
Aspal	0,167	1

=

2	12
0,33	2

=

14
2,3
16

=

VK2
0,86
0,14

b. Pembobotan matrik MK2

c. Pembobotan matrik MK3

MK3

	Beton	Aspal
Beton	1	6
Aspal	0,167	1

x

	Beton	Aspal
Beton	1	6
Aspal	0,167	1

=

2	12
0,33	2

=

14
2,3
16

=

VK3
0,86
0,14

d. Pembobotan matrik MK4

MK4

	Beton	Aspal
Beton	1	5
Aspal	0,2	1

x

	Beton	Aspal
Beton	1	5
Aspal	0,2	1

=

2	10
0,4	2

=

12
2,4
14

=

VK4
0,83
0,17

Sumber: Olahan Peneliti (2018)

Hasil dari pembobotan adalah 1) berdasarkan faktor daya tahan terhadap cuaca, nilai untuk beton 0,83 dan aspal 0,17; 2) berdasarkan faktor daya terhadap pergerakan tanah, nilai untuk beton 0,86 dan aspal 0,14; 3) berdasarkan faktor daya tahan terhadap umur rencana perkerasan jalan, nilai untuk beton 0,86 dan aspal 0,14; dan 4) berdasarkan faktor daya tahan terhadap perubahan lalu lintas, nilai beton 0,83 dan Aspal 0,17.

4.4.4. Pembobotan untuk *Alternatif*berdasarkan Faktor Non Teknis

Untuk pembobotan *alternatif* berdasarkan faktor non teknis didasarkan atas matriks jawaban respon yang telah dibentuk yaitu MK5 (penilai antara aspal dan beton dilihat dari faktor kenyamanan permukaan jalan), MK6 (penilai antara aspal dan beton dilihat dari faktor kemudahan pelaksanaan pembangunan, MK7 (penilai antara aspal dan beton dilihat dari jangka waktu perawatan dan kemudahan material), dan MK8 (penilaian antara aspal dan beton dilihat dari ketersediaan Sumber daya dan Teknologi.

a. Pembobotan matrik MK5

MK5

	Aspal	Beton
Aspal	1	0.2
Beton	5	1

x

	Aspal	Beton
Aspal	1	0.2
Beton	5	1

=

2	0.4
10	2

=

2.4
12
14

=

VK5
0.2
0.8

b. Pembobotan matrik MK6

MK6

	Aspal	Beton
Aspal	1	0.2
Beton	5	1

x

	Aspal	Beton
Aspal	1	0.2
Beton	5	1

=

2	0.4
10	2

=

2.4
12
14

=

VK6
0.2
0.8

c. Pembobotan matrik MK7

MK7

	Aspal	Beton
Aspal	1	0.2
Beton	5	1

x

	Aspal	Beton
Aspal	1	0.2
Beton	5	1

=

2	0.4
10	2

=

2.4
12
14

=

VK7
0.2
0.8

d. Pembobotan matrik MK8

MK8

	Beton	Aspal
Beton	1	2
Aspal	0.5	1

x

	Beton	Aspal
Beton	1	2
Aspal	0.5	1

=

2	4
1	2

=

6
3
9

=

VK8
0.7
0.3

Sumber: Olahan Peneliti (2018)

Hasil dari pembobotan adalah 1) berdasarkan faktor kenyamanan permukaan jalan, nilai untuk beton 0,8 dan aspal 0,2; 2) berdasarkan faktor kemudahan pelaksanaan pembangunan, nilai untuk beton 0,8 dan aspal 0,2; 3) berdasarkan faktor

jangka

MT 24			
0.83	0.86	0.86	0.83
0.17	0.14	0.14	0.17

x

V41
0.32
0.37
0.17
0.14

=

0.846
0.154

waktu perawatan dan kemudahan material, nilai untuk beton 0,8 dan aspal 0,2 dan 4) berdasarkan faktor sumberdaya dan teknologi, nilai beton 0,7 dan aspal 0,3.

4.4.5. Pembobotan Tiap *Alternatif* berdasarkan semua Faktor Teknis

Pembobotan alternatif untuk semua faktor dilakukan dengan mengalikan bobot tiap faktor dengan bobot tiap alternatif untuk semua faktor teknis. Proses perkalian adalah seperti dalam matriks berikut. VT 21 adalah notasi untuk vektor eigen hasil perkalian antara vector eigen V 41 dengan MT 24. MT 24 sendiri merupakan matriks berordo 2 x 4 hasil penggabungan antara VK 1, VK 2, VK 3, dan VK 4

Sumber: Olahan Peneliti (2018)

Hasil dari pembobotan alternatif berdasarkan faktor teknis adalah 1) Bobot untuk Konstruksi beton sebesar 0,846 dan 2) konstruksi aspal sebesar 0,154

4.4.6. Pembobotan *Alternatif*berdasarkan semua Faktor Teknis

Pembobotan *alternatif* untuk semua faktor dilakukan dengan mengalihkan bobot tiap faktor dengan bobot tiap *alternatif* menurut masing-masing faktor. Hasil perkalian antar bobot ini merupakan bobot tiap *alternatif* untuk semua faktor non teknis. Proses perkalian adalah seperti dalam matriks berikut. VNT 21 adalah notasi untuk vector eigen hasil perkalian antara vektor eigen V51 dengan MNT 25. MNT 25

sendiri merupakan matriks berordo 2 x 5 hasil penggabungan antara VK 5, VK 6, VK 7 dan VK 8.

MNT 25

0.83	0.83	0.83	0.83	0.67
0.17	0.17	0.17	0.17	0.33

x

V51

0.27
0.31
0.25
0.11
0.05

=

0.814
0.176

Sumber: Olahan Peneliti (2018)

Hasil dari pembobotan alternative berdasarkan faktor non teknis adalah 1). Bobot untuk konstruksi beton sebesar 0,814 dan 2) konstruksi aspal sebesar 0,176.

4.4.7 Pembobotan untuk Faktor Biaya

Biaya konstruksi perencanaan awal dan biaya perawatan untuk konstruksi jalan beton dan aspal diambil berdasarkan perencanaan Rancangan Anggaran Belanja (RAB) beton dan aspal ruas Winongan – Banyubiru – Kedawung Kabupaten Pasuruan. Proses pembobotan untuk biaya antara konstruksi aspal dan beton dilakukan dengan cara yang sama seperti faktor lainnya yaitu dengan menggunakan metode eigen.

Tabel 4.12. Perencanaan kebutuhan biaya pembangunan dan perawatan tiap Km dan tiap tahun di Winongan – Banyubiru -Kedawung Kabupaten Pasuruan.

Jenis Konstruksi	Biaya (Milyar Rupiah/Km/tahun		
	Pembangunan	Perawatan	Total
Beton	5	10	15

Aspal	3,14	1	4,14

Sumber: Olahan Peneliti (2018)

Tabel 4.12 selanjutnya dapat dibentuk matriks seperti berikut. Dengan menormalkan tiap anggota matriks, didapatkan pembobotan tiap alternatif berdasarkan faktor biaya (VB21)

Beton	15	0,78
Aspal	4,14	0,21
Jumlah	19,14	

Sumber :Olahan Peneliti (2018)

Hasil dari pembobotan untuk faktor biaya adalah 1) bobot untuk konstruksi beton sebesar 0,232 dan 2) konstruksi aspal sebesar 0,767. Kemudian bobot tiap faktor dan alternatif menurut faktor teknis, non teknis dan biaya dikalikan dengan model matriks. Hasilnya merupakan bobot tiap alternative yang dinilai dalam studi ini yaitu konstruksi beton dan aspal

MT22			VB21		VA
0,846	0,814	x	0,232	=	0,820
0,154	0,176		0,767		0,170

Sumber: Olahan Peneliti (2018)

Dari perkalian matrik diatas, diketahui hasil bobot tiap alternative yaitu 1) Konstruksi beton, nilai bobot sebesar 0,580; dan 2) konstruksi aspal, nilai bobot sebesar 0,170.

4.4.8. Nilai Eigen Maksimum

Nilai eigen maksimum menunjukkan nilai dimana kriteria yang bersangkutan memiliki pengaruh yang cukup penting terhadap daftar yang diajukan. Sehingga didapatkan nilai eigen maksimum dari faktor teknis dan non teknis sebesar 5,698 dari matrik berordo 4 x 4 dan 5 x 5.

4.4.9. Perhitungan Indeks Konsistensi (CI) dan Rasio Konsistensi (CR)

Indeks konsistensi dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$CI = \frac{(\text{E maks} - n)}{\text{n} - 1}$$

Sumber: Saaty T

$$CI = \frac{(5{,}698-5)}{5-1}$$

$$CI = \frac{(0{,}698)}{4}$$

$Cl = 0{,}175$

untuk RI 5 dari Tabel 2.2 Indeks konsistensi acak rata-rata berdasarkan pada orde matrikspada bab sebelumnya sama dengan 1.11 sehingga CR didapatkan 0,175 dibagi dengan 1,11 sehingga nilai konsistensi 0,1573. Untuk konsistensi 0,1573 ≤ 1 maka nilai uji konsisten baik dan dapat dilanjutkan ke Peringkingan prioritas perbandingan beton dengan aspal.

4.5 Perencanaan Perkerasan Jalan Aspal

Dari hasil survai pencacahan lalu lintas dan inventarisasi jalan ruas jalan Gambiran arah menuju Banyubiru, ruas jalan Bandaran arah menuju Pasar Winongan dan ruas Kedawung Kulon arah menuju kedawung dan simpang tiga Ngopak dengan tipe jalan perruas 2/2 ud dengan lebar jalan 6 meter, sehingga dalam perencanaan jalan aspal perlu perhitungan lalu lintas dengan menggunakan metode Bina Marga, dimana rumus yang dipakai adalah sebagai berikut;

a. Menghitung LHR awal umur rencana (LHRo)

Golongan	Jenis Kendaraan	LHR 2018	Satuan

Berdasarkan hasil survai lalu lintas yang telah dilakukan, lalu lintas pada tahun 2018 yang didapat pada tabel berikut:

	II	Sedan, Jeep, Station Wagon	66	Kendaraan
	III	Angkutan penumpang	133	
	IV	Pick up, micro truck	336	
	VA	Bus kecil	2	
	VB	Bus besar	73	
	VIA	Truk ringan 2 sumbu	72	
	VIB	Truk sedang 2 sumbu	134	
	VIIA	Truk 3 sumbu	267	
	VIIB	Truk gandengan	51	
	VIIC	Truk semi trailer	12	
		Jumlah kendaraan/hari/2 jurusan	1146	

Tabel 4.13 Data-data hasil suvai lalu lintas tahun 2018

Sumber: Survai pencacahan volume lalu lintas 2018

Pertumbuhan lalu lintas (i) sebesar 8% pertahun, umur rencana 10 tahun, CBR tanah dasar 17,50 %, maka rumus LHR awal rencana sebagai berikut:

$$LHR = (1 + i)^n \text{ x LHR awal rencana}$$

Sumber:Perkerasan Lentur Aspal, Pt T-01-2002

Dimana :

i : Pertumbuhan lalu lintas

n : Umur rencana

LHR : Lalu lintas harian rata-rata

Sehingga didapatkan hasil LHR umur rencana pada tabel berikut:

Golongan	Jenis Kendaraan	LHR 2018	LHR 2019	Satuan
II	Sedan, Jeep, Station Wagon	66	76,98	Kendaraan
III	Angkutan penumpang	133	155,13	
IV	Pick up, micro truck	336	391,91	
VA	Bus kecil	2	2,33	
VB	Bus besar	73	85,14	
VIA	Truk ringan 2 sumbu	72	83,98	
VIB	Truk sedang 2 sumbu	134	156,31	
VIIA	Truk 3 sumbu	267	311,43	
VIIB	Truk gandengan	51	59,48	
VIIC	Truk semi trailer	12	13,99	
	Jumlah kendaraan/hari/2 jurusan	1146	1336,73	

Tabel 4.14 LHR pada tahun 2019

Sumber: Olahan Peneliti (2018)

b. Menghitung LHR akhir (LHRn)

LHR akhir pada ruas jalan Gambiran, Bandaran dan Kedawung berdasarkan data diatas dengan rumus:

$$LHR = (1 + i)^n \text{ x LHR akhir (LHRn)}$$

Sumber:Perkerasan Lentur Aspal, Pt T-01-2002

Sehingga didapatkan hasil LHR akhir umur rencana 10 tahun pada tabel berikut:

Golongan	Jenis Kendaraan	LHR 2019	LHR 2028	Satuan
II	Sedan, Jeep, Station Wagon	76,98	166,24	Kendaraan
III	Angkutan penumpang	155,13	334,92	

Tabel 4.1 5 LHR pada tahun 2029

IV	Pick up, micro truck	391,91	846,11	
VA	Bus kecil	2,33	5,03	
VB	Bus besar	85,14	183,83	
VIA	Truk ringan 2 sumbu	83,98	181,31	
VIB	Truk sedang 2 sumbu	156,29	337,43	
VIIA	Truk 3 sumbu	311,42	672,35	
VIIB	Truk gandengan	59,48	128,43	
VIIC	Truk semi trailer	13,99	30,21	
	Jumlah kendaraan/hari/2 jurusan	1336,69	2885,81	

Sumber: Olahan Peneliti (2018)

c. Menghitung Angka Ekivalen (E)

Dalam perencanaan tebal perkerasaan aspal diperlukan perhitungan Angka ekivalen denganmelihat tabel perhitungan Angka ekivalen perhitungan sumbu sebagai:

Tabel 4.16 Angka Ekivalen perhitungan sumbu

Beban sumbu		Angka Ekivalen	
Kg	Lb	Sumbu Tunggal	Sumbu Ganda
1000	2205	0,0002	-
2000	4409	0,0036	0,0003
3000	6614	0,0183	0,0016
4000	8818	0,0577	0,0050
5000	11023	0,1410	0,0121
6000	13228	0,2923	0,0251
7000	15432	0,5415	0,0466
8000	17637	0,9238	0,0794
8160	18000	1,0000	0,0860
9000	19841	1,4798	0,1273
10000	22046	2,2555	0,1940
11000	24251	3,3023	0,2840
12000	26455	4,6770	0,4022
13000	28660	6,4419	0,5540
14000	30864	8,6647	0,7452
15000	33069	11,4184	0,9820

Sumber: SNI 1732-1989-F

Angka Ekivalen Sumbu Tunggal

$$\left(\frac{\text{beban sumbu tunggal (kg)}}{8160}\right)^4$$

Berdasarkan tabel didapat angka ekivalen:

Mobil penumpang (1+1) = 0,0002 + 0,0002 = 0,0004

Angka Ekivalen Sumbu Ganda

$$0{,}086\ x\left(\frac{\text{beban sumbu ganda (kg)}}{8160}\right)^4$$

Truck 2 as 13 ton (5+8) = 0,1410 + 0,9238 = 1,0648 sehingga di dapat rekapitulasi tabel angka ekivalen masing-masing kendaraan sebagai berikut:

Tabel 4.17 angka ekivalen masing masing kendaraan

Golongan	Jenis Kendaraan	Beban Sumbu Kendaraan	E
II	Sedan, Jeep, Station Wagon	(1000+1000)	0,0004
III	Angkutan penumpang	(1000+2000)	0,0038
IV	Pick up, micro truck	(1500+2500)	0,0100
VA	Bus kecil	(3500+3500)	0,0677
VB	Bus besar	(6000+7000)	0,8339
VIA	Truk ringan 2 sumbu	(4000+6000)	0,3501
VIB	Truk sedang 2 sumbu	(5000+8000)	1,0648
VIIA	Truk 3 sumbu	(5000+10000x2)	0,5289
VIIB	Truk gandengan	(5000+7500.7500)+(5000+5000)	0,5457
VIIC	Truk semi trailer	(5000+7500.7500)+(7500.7500)	0,3865

Sumber: Olahan Peneliti (2018)

d. Menghitung Lintas Ekivalen Permula (LEP) Umur Rencana

Nilai LEP umur rencana dihitung dengan rumus:

LEP = LHR x C x E

Sumber:Perkerasan Lentur Aspal, Pt T-01-2002

Dimana :

LEP : Lintas ekivalen pertama

LHR : Lintas harian rata-rata

C : Coefisien distribusi kendaraan pada jalur rencanasama dengan 0,5

E : Ekivalen

j : Jenis kendaraan

Maka nilai LEP_n dari kendaraan adalah :

a. Mobil Pribadi = 76,98 x 0,5 x 0,0004 =0,0154
b. Truk ringan2sumbu = 83,98 x 0,5 x 0,3501 = 14,6988
c. Truk sedang 2 sumbu =156,29 x 0,5 x 1,0648 =83,213
d. Truk 3 sumbu = 311,42 x 0,5 x 0,5289 = 82,359

Tabel 4.18 Hasil perhitungan LEP Sumber: Olahan Peneliti (2018)

Golongan	Jenis Kendaraan	LEP
II	Sedan, Jeep, Station Wagon	0,0154
III	Angkutan penumpang	0,2947
IV	Pick up, micro truck	1,9502
VA	Bus kecil	0,0790
VB	Bus besar	35,5001
VIA	Truk ringan 2 sumbu	14,6988
VIB	Truk sedang 2 sumbu	83,2139
VIIA	Truk 3 sumbu	82,3590
VIIB	Truk gandengan	16,2294
VIIC	Truk semi trailer	2,7046
	Jumlah	237,0450

e. Menghitung Lintas Ekivalen Akhir (LEA) umur rencana

Nilai Ekivalen Akhir yang akan dihitung dalam jangka waktu 10 tahun dengan rumus:

$$LEAn = LHR_{10} \; X \; C \; X \; E$$

Sumber:Perkerasan Lentur Aspal, Pt T-01-2002

Dimana :

LEA_{10} : Lintas ekivalen akhir

LHR_{10} : Lintas harian rata-rata dengan umur rencana 10 tahun

C : Coefisien distribusi kendaraan pada jalur rencana sama dengan 0,5

E : Ekivalen

j : Jenis kendaraan

Maka nilai LEA_{10} dari kendaraan adalah :

a. Mobil Pribadi = 166,19 x 0,5 x 0,0004 =0,033

b. Truk ringan 2 sumbu = 181,30 x 0,5 x 0,3501 = 31,733

c. Truk sedang 2 sumbu = 337,43 x 0,5 x 1,0648 =179,652

d. Truk 3 sumbu = 672,35 x 0,5 x 0,5289 = 177,806

Tabel 4.19 Hasil

Golongan	Jenis Kendaraan	LEA
II	Sedan, Jeep, Station Wagon	0,0332
III	Angkutan penumpang	0,6363
IV	Pick up, micro truck	4,2104
VA	Bus kecil	0,1705
VB	Bus besar	76,6420
VIA	Truk ringan 2 sumbu	31,7335
VIB	Truk sedang 2 sumbu	179,6525
VIIA	Truk 3 sumbu	177,8069
VIIB	Truk gandengan	35,0380
VIIC	Truk semi trailer	5,8391
	Jumlah	511,7624

perhitungan LEA

Sumber: Olahan Peneliti (2018)

f. Menghitung Lintas Ekivalen Tengah (LET)

Nilai Lintas Ekivalen Tengah dapat dihitung dengan rumus :

$$LET_n = 1/2 \ (LEP_n + LEA_n)$$

Sumber:Perkerasan Lentur Aspal, Pt T-01-2002

Dimana :

LET_n : Lintas ekivalen tengah

LEP : Lintas ekivalen permulaan

LEA : Lintas ekivalen akhir

LET_{10} = ½ (237,045+ 511,7624)

= 374,40Lintasan

g. Menghitung Lintas Ekivalen Rencana (LER)

Nilai LER_n dapat ditentukan dengan rumus :

$$LER_n = LET_n \times (UR/10)$$

Sumber:Perkerasan Lentur Aspal, Pt T-01-2002

Dimana :

LER : Lintas ekivalen rencana

LET : Lintas ekivalen tengah

UR : Umur rencana

$LER_n = LET_n$ x UR/10

= 374,40x 10/10

= 374,40 Lintasan

= 374 Lintasan

h. Penentuan Harga CBR

Dari data yang didapat data CBR sebesar: 21,19, 18, 20 19, 22, 17, 18, 18, 19

CBR rata-rata = $\frac{21+19+18+20+19+22+17+18+18+19}{10}$ .....(4.1)

= 19,1

CBR Max = 22

CBR Min = 17

Untuk nilai R tergantung dari data yang terdapat dalam satu segmen besarnya R seperti yang diperhatikan pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.20 Nilai R untuk perhitungan CBR Segmen

Jumlah titik pengamatan	Nilai R
2	1,41
3	1,91
4	2,24
5	2,48
6	2,67
7	2,83
8	2,96
9	3,08
>10	3,18

Sumber:Perkerasan Lentur Aspal, Pt T-01-2002

CBR segmen = $(\text{CBR rata} - \text{rata}) - \frac{\text{CBR max} - \text{CBR min}}{\text{R}}$.....(4.2)

CBR segmen = $(19{,}1) - \frac{(22-17)}{3{,}18}$

CBR segmen = 17,50

Sehingga CBR tanah dasar rencana sebesar 17,50

i. Menentukan tebal Lapisan Perkerasan.

1) Menentukan Nilai Daya Dukung Tanah (DDT)

DDT = 4,3 Log CBR segmen + 1,7 ……(4.3)

DDT = 4,3 Log 17,50 +1,7

DDT = 7

2) Menentukan Faktor Regional (FR)

% kendaraan berat = $\frac{\text{Jumlah kendaraan berat}}{\text{jumlah semua kendaraan}}$ x 100%

% kendaraan berat = $\frac{611}{1146}$ x 100%

% kendaraan berat = 53,3 %

Dari data BMKG untuk wilayah Kecamatan Winongan, Kecamatan Rejoso, Kecamatan Lumbang dan Kecamatan Grati curah hujan 755 mm/tahun = iklim I < 900/ tahun, landau jalan 8 % sama dengan Kelandaian II (6-10 %). Nilai FR dapat dilihat pada tabel berikut:

Curah hujan	Kelandaian I (<6%)		Kelandaian II (6-10%)		Kelandaian III (6>%)	
	% kendaraan berat		% kendaraan berat		% kendaraan berat	
	≤ 30%	> 30%	≤ 30%	> 30%	≤ 30%	> 30%
iklim I <900 mm/th	0,5	1,0-1,5	1,0	1,5-2,0	1,5	2,0-2,5

iklim II >900 mm/th	1,5	2,0-2,5	2,0	2,5-3,0	2,5	3,0-3,5

Tabel 4.21 Faktor Regional

Sumber: Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya 1987

Maka Faktor Regional dalam penelitian ini adalah 1,5.

j. Menentukan Indeks Permukaan (IP)

Untuk mendapatkan nilai IP dapat dilihat dari nilai LER dan tabel indeks permukaan permukaan di bawah ini. Nilai LER untuk 10 tahun kedepan adalah 374 dengan klasifikasi jalan kolektor.

Tabel 4.22 Indek Permukaan pada akhir umur rencana

Lintas Ekivalen Rencana	Klasifikasi Jalan			
	Lokal	Kolektor	Arteri	Tol
< 10	1,0-1,5	1,5	1,5-2,0	-
10-100	1,5	1,5-2,0	2,0	-
100-1000	1,5-2,0	2,0	2,0-2,5	-
> 1000	-	2,0-2,5	2,5	2,5

Sumber:Perkerasan Lentur Aspal, Pt T-01-2002

LER_{10} sama dengan 374 maka Indek Permukaan (IP) sama dengan 2

k. Indek Permukaan pada awal umur rencana (ITP).

ITP dapat ditentukan melalui grafik nomogram. Untuk menentukan ITP dari grafik nomogram di perlukan data IP, DDT, LER dan FR, sedangkan angka IP_0

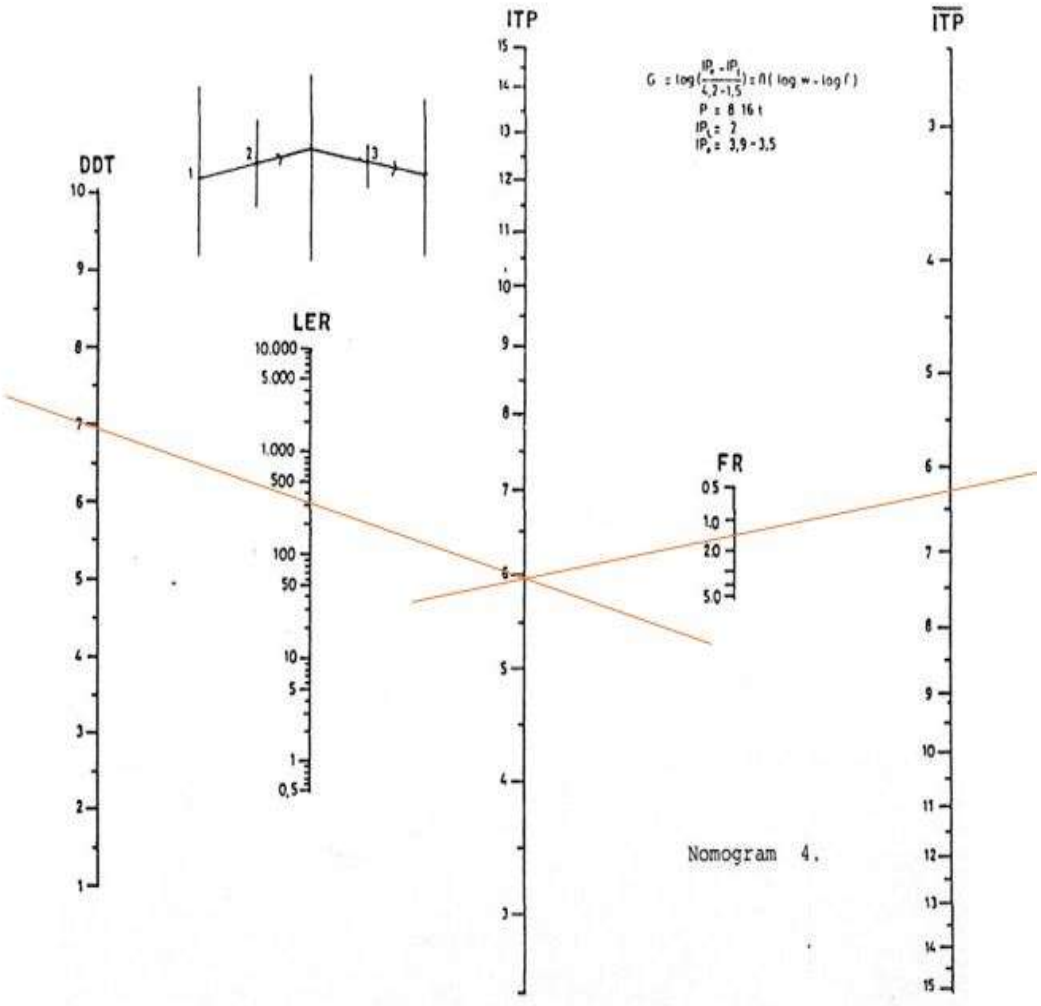
dapat dilihat pada tabel Indeks Permukaan pada awal umur rencana sebagai berikut:

Tabel 4.23 Indek Permukaan pada awal umur rencana

Jenis Lapis Perkerasan	IPo	Roughness (mm/km)
LASTON	≥ 4	≤ 1000
	3,9-3,5	>1000
LASBUTAG	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	>2000
HRA	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	>2000
BURDA	3,9 – 3,5	< 2000
BURTU	3,4 – 3,0	< 2000
LAPEN	3,4 – 3,0	≤ 3000
	2,9 – 2,5	>3000
LATASBUM	2,9 – 2,5	
BURAS	2,9 – 2,5	
LATASIR	2,9 – 2,5	
JALAN TANAH	≤ 2,4	
JALAN KERIKIL	≤ 2,4	

Sumber:Perkerasan Lentur Aspal, Pt T-01-2002

maka IP_0 3,9 - 3,5, dengan Roughness >1000 maka jenis lapis perkerasan Laston, Sehingga didapat IP_0 3,9-3,5, CBR tanah dasar sama dengan 17,5, Daya Dukung Tanah (DDT) sama dengan 7, Faktor Regional (FR) sama dengan 1,5 dengan Indek Permukaan (IP) sama dengan 2, maka Indek Permukaan pada awal umur rencana (ITP) didapat pada gambar berikut:



Gambar 4.17 Hasil ITP 6,3 dari Nomogram 4

Maka untuk menghitung tebal sirtu A dengan minimal 10 cm adalah

Lapisan permukaan Laston (D1) = 4, dengan koefisien relative a1 = 0,4,

Lapisan pondasi atas batu pecah kelas A (D2) = 10 dengan a2 = 0,14,

Lapisan pondasi bawah Sirtu kelas A (D3) = 26 dengan a3 = 0,13, berikut perhitungannya:

ITP = a1.D1 + a2. D2 + a3.D3

6,3 = (0,4 x 4) + (0,14 x 10) + (0,13 x D3)

6,3 = 1,6 + 1,4 + (0,13 x D3)

D3 = 25,38

	koef	tebal	ITP	
a1	0.4	4	1.6	laston 4
a2	0.14	10	1.4	laston atas min 10
a3	0.13	25,38	3.30	sirtu A min 10
	JUMLAH ITP		6.30	

Tabel 4.24 Indek Permukaan pada awal umur rencana (ITP)

Sumber: Olahan Peneliti (2018)

l. Perencanaan Biaya Konstruksi Aspal

Perencanaan biaya konstruksi pada pekerjaan aspal jalan ruas Bandaran, Gambiran dan Kedawung dari hasil rencana anggaran anggaran biaya masing-masing lapisan adalah sebagai berikut;

1) *Surface Course* (Laston) dengan biaya Rp. 5.535.956.487,60
2) *Base Course* (Batu Pecah Kelas A) dengan biaya Rp. 12.280.234.640,52
3) *Sub Base Course* (Sirtu Kelas A) dengan biaya Rp. 4.467.743.857,50
4) *Lapis prime coat* dengan biaya Rp. 482.211.945.60
5) *Lapis tack coat* dengan biaya Rp. 210.037.304.40

Total biaya konstruksi pada perencanaan jalan aspal ruas bandaran, gambiran dan kedawung adalah Rp. 22.976.184.235.62

m. Perhitungan *User Cost*Aspal

Pada perhitungan BOK perkerasan aspal, yang digunakan adalah dengan cara metode N.D. Lea. Pada metode N.D Lea, perhitungan BOK perkerasan Aspal atau Beton ini digunakan komponen biaya dasar tahun 1975. Setelah itu biaya dasar tersebut dikonversikan lagi sesuai dengan IHK (Indeks Harga Konsumen) Kabupaten Pasuruan dengan nilai 71 dan dikalikan lagi dengan indeks jenis permukaan setiap jenis kendaraan. Kemudian ditambahkan dengan faktor tambahan (Auto : 1%, Bus 3%, Truck 6%). Sepeda motor tidak dibahas secara khusus. Sepeda motor dijadikan sebagai tambahan terhadap Auto. Berikut tabel biaya operasi dasar;

Tabel 4.25. Biaya Operasi Dasar (kondisi *Flat- Tanget-Paved Roadand Good Condition)*

	Auto	*Truck*	*Bus*
Fuel	3.944	5.481.00	5.278,00
Oil	350	108.00	108,00
Tyres	738	2.193.00	1.591,00
Maintenance	3.714	8.331.00	3.612,00
Depreciation	4.995	8.324.00	6.305,00
Interest	3.746	4.371.00	4.256,00
Fixed (Insurance &Management	9.654	10.542.00	6.381,00
Operator Time	1.441	5.000.00	5.804,00
TOTAL	**28.582**	**44.350**	**33.335**
Including Cost Allowance For Motor Cyeles	32.549,00		

Rupiah per 1000 km

Sumber: N.D. LEA 1975

Dari tabel diatas dapat diberikan contoh perhitungan BOK tahun 2018 untuk komponen bahan bakar jenis auto dapat dilihat pada uraian berikut:

Biaya dasar 2018 = biaya dasar *fuel* 1975 x IHK 2017 ……..(4.4)

= Rp 3.944 x 71 = Rp. 280.024,00

BOK 2018 = biaya dasar 2018 x Index jenis permukaan …….(4.5)

= Rp. 280.024,00 x 1% x 90 % *(good)*

= Rp 2.520,22/1000 Km

Maka secara garis besar dapat dari tabel user cost berikut;

Tabel 4.26 Hasil Konversi IHK Kabupaten Pasuruan sebesar 71

Auto		*Truck*		*Bus*	
	1%		6%		3%
280,024.00	2,800.24	389,151.00	23,349.06	374,738.00	11,242.14
24,850.00	248.50	7,668.00	460.08	7,668.00	230.04
52,398.00	523.98	155,703.00	9,342.18	112,961.00	3,388.83
			0.00	0.00	0.00
263,694.00	2,636.94	591,501.00	35,490.06	256,452.00	7,693.56
354,645.00	3,546.45	591,004.00	35,460.24	447,655.00	13,429.65
265,966.00	2,659.66	310,341.00	18,620.46	302,176.00	9,065.28
685,434.00	6,854.34	748,482.00	44,908.92	453,051.00	13,591.53
102,311.00	1,023.11	355,000.00	21,300.00	412,084.00	12,362.52
2,029,322.00	20,293.22	3,148,850.00	188,931.00	2,366,785.00	71,003.55
	20,293.22		188,931.00		71,003.55

Sumber: Olahan Peneliti (2018)

Maka faktor total tambahan Auto+Truck+Bus sama dengan Rp 20.293,22/1000 km + Rp 188.931,00/1000 km + Rp 71.003,55/1000 km sama dengan Rp 280.227, 77/1000 km kali index jenis permukaan 90% sama dengan Rp 252.204,99/ 1000 km. sehingga biaya operasi kendaraan sebesar **Rp 252.204,99/ 1000 km.** *User Cost* bisa didapatkan dengan perhitungan sebagai berikut:

User Cost = BOK 2018 x LHR_{2018} x 24 jam x Panjang jalan konstruksi aspal (km) x 365 hari…….(4.6)

User Cost = ((252.204,99/1000) x 1146 x 24 x 6 x 365)

= Rp 15.191.255.019,16 untuk eksisting jalan aspal

maka *user cost* selama 10 tahunkondisi *poor*ruas jalan bandar, gambiran dan kedawung dari hasil analisis adalah Rp 38.254.164.426,23.

4.6. Perencanan Perkerasan Jalan Beton

Dalam perencanaan perkerasan jalan beton data parameter untuk perkerasan beton antara lain :

1. Umur Rencana (UR) = 20 tahun
2. Koefisien Distribusi Kendaraan
   Jumlah lajur setiap arah =1 lajur
   Lebar tiap lajur = 3,5 meter
3. Status fungsi jalan = Kolektor
4. CBR tanah dasar = 8 %
5. Direncanakan Kuat Lentur (FS) = 45 kg/cm2 = 4.5 Mpa
6. Direncanakan Kuat Tekan (K-350)fc'= 290,5 kg/cm2 =29.05 Mpa
7. Bahan pondasi bawah direncanakan base B *(granular material)*

8. Mutu baja tulangan, direncanakan:
    - BJTP 24 (f y : tegangan leleh = 28300 psi)
    - BJTD 40 (f y : tegangan leleh = 47500 psi)
9. Koefisien gesek antara pelat beton dengan pondasi (μ) = 1,3
10. Bahu jalan direncanakan memakai sirtu
11. Direncanakan memakai ruji (dowel)
12. Direncanakan perkerasan beton untuk jalan 2 lajur 2 arah:
    - Perkerasan beton bersambung tanpa tulangan (BBTT)
    - Perkerasan beton bersambung dengan tulangan (BBDT)
    - Perkerasan beton menerus dengan tulangan (BMDT)

Langkah awalperhitungan tebal pelat Beton yaitu dengan menganalisis lalu lintas kendaraan niaga dari hasil pencacahan volume lalu lintas sehingga dapat dibuat seperti tabel berikut;

Tabel 4.27 Analisis Lalu-Lintas Kendaraan Niaga:

Jenis Kendaraan	Konfigurasi Beban Sumbu ton				Jumlah Kend (bh)	Jumlah Sb per Kend (bh)	Jumlah Sb (bh)	STRT		STRG		STdRG	
	RD	RB	RGD	RGB				BS (ton)	JS (ton)	BS (ton)	JS (ton)	BS (ton)	JS (ton)
(1)	(2)				(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
Angkutan - Penumpang Sedang (MP)	1	1	-	-	133	-	-	-	-	-	-	-	-
Bus besar	3	5	-	-	73	2	146	3	73	5	73	-	-
Truck Ringan 2 sumbu	2	4	-	-	72	2	144	2 4	72 72	-	-	-	-
Truck Sedang 2 sumbu	5	8	-	-	134	2	268	5	134	8	134	-	-
Truck 3 sumbu	6	14			262	2	534	6	267	-		14	267
Truck Gandengan	6	14	5	5	51	4	204	6 5 5	51 51 51	-	-	14	51
Total							1296				207		318

RD=Roda depan, RB=Roda Belakang, RGD=Roda Gandeng Depan,RGB=Roda Gandeng Belakang, BS=Beban Sumbu, JS=Jumalah Sumbu, STRT=Sumbu Tunggal Roda Tunggal, STRG=Sumbu tunggal roda ganda, STdRG=Sumbu tandem roda Ganda

Sumber: Olahan Peneliti (2018)

Jumlah sumbu kendaraan niaga (JSKN) selama umur rencana (20 tahun).

Lalu-lintas Rencana:

JSKN **= 365 x JSKNH x R** (R diambil dari Tabel 4.27)

= 365 x 1296 x 45,8

= 2,17 x 10^7

Tabel 4.28 Jumlah lajur berdasarkan lebar perkerasan dan koefisien distribusi (C)kendaraan niaga pada lajur rencana

Lebar perkerasan (L_p)	Jumlah lajur (n_l)	Koefisien distribusi	
		1 Arah	2 Arah
$L_p < 5{,}50$ m	1 lajur	1	1
$5{,}50 \text{ m} \le L_p < 8{,}25$ m	2 lajur	0,70	0,50
$8{,}25 \text{ m} \le L_p < 11{,}25$ m	3 lajur	0,50	0,475
$11{,}23 \text{ m} \le L_p < 15{,}00$ m	4 lajur	-	0,45
$15{,}00 \text{ m} \le L_p < 18{,}75$ m	5 lajur	-	0,425
$18{,}75 \text{ m} \le L_p < 22{,}00$ m	6 lajur	-	0,40

Sumber: Perkerasan Beton Semen Pd T-14-2003

JSKN rencana = 0,5 x 44,9 x 10^7 (C diambil dari Tabel 4.28)

= **1,085 x 10^7**

Jenis Sumbu	Beban Sumbu (ton)	Jumlah Sumbu	Proporsi Beban	Proporsi Sumbu	Lalu-lintas Rencana	Repetisi yang terjadi
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7) =(4)*(5)*(6)
STRT	6	318	0,41	0,60	10850000	2669100
	5	236	0,32	0,60	10850000	2083200
	4	72	0,09	0,60	10850000	585900
	3	73	0,09	0,60	10850000	585900
	2	72	0,09	0,60	10850000	585900
Total		**771**	**1,00**			
STRG	8	134	0,65	0,16	10850000	1128400
	5	73	0,35	0,16	10850000	607600
Total		**207**	**1,00**			
STdRG	14	318	1,00	0,24	10850000	2604000
Total		**318**	**1,00**			
Komulatif						**10850000**

Tabel 4.29 Perhitungan repetisi sumbu rencana

Sumber: Olahan Peneliti (2018)

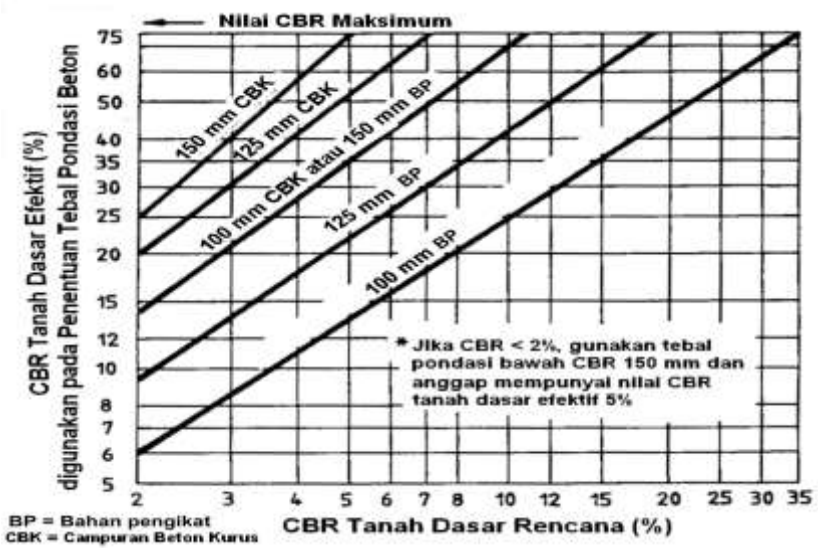
$$\text{Proporsi sumbu} = \frac{\text{Jumlah Sumbu total tiap jenis Sumbu}}{\text{total sumbu semua jenis sumbu}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4.7)$$

$$\text{Proporsi beban} = \frac{\text{Jumlah Sumbu tiap beban Sumbu}}{\text{jumlah sumbu total semua beban pada setiap jenis sumbu}} \ldots\ldots (4.8)$$

a. Perhitungan tebal pelat beton

- Jenis bahu : beton
- Umur rencana : 20 tahun
- JSK : 1,085 x 10^7

- Faktor keamanan beban : 1,1 (Tabel 4)
- Kuat tarik lentur beton (f'cf) asumsi umur 28 hari : 45 kg/cm2 = 4,5 Mpa
- Jenis dan tebal lapis pondasi bawah : stabilisasi semen 15 cm
- Tebal taksiran pelat beton : 190 - 200 mm (Gambar 26)
- tebal pelat minimum berdasarkan Pd T-14 2003 : 15 mm
- CBR tanah dasar : 8 %
- CBR efektif : 20 % (Gambar 3)



Gambar 4.18 CBR tanah dasar efektif dan tebal pondasi bawah

Tabel 4.30Analisis fatik dan erosi dengan pelat beton 190 mm

Jenis Sumbu	Beban Sumbu ton (kN)	Beban Rencana Per roda (kN)	Repetisi yang terjadi	Faktor Tegangan & Erosi	Analisa Fatik		Analisa Erosi	
					Repetisi Ijin	Persen Rusak (%)	Repetisi Ijin	Persen Rusak (%)
(1)	(2)	(3) =Beban Sumbu /2*Fkb	(4)	(5)	(6)	(7) =(4)*100 /(6)	(8)	(9) =(4)*100 /(8)

STRT	6 (60)	33.00	2669100	TE = 1.09	TT	0	TT	0
	5 (50)	27.50	2083200	FRT = 0.24	TT	0	TT	0
	4 (40)	22.00	585900	FE = 2,27	TT	0	TT	0
	3 (30)	16.50	585900		TT	0	TT	0
	2 (20)	11.00	585900		TT	0	TT	0
STRG	8 (80)	22.00	1128400	TE =1.75	TT	0	TT	0
	5 (50)	13.75	607600	FRT =0.39	TT	0	TT	0
				FE = 2.88				
STdRG	14 (140)	19.25	2604000	TE =1.45 FRT = 0.32 FE =2.98	TT	0	TT	0
Total					0%<100%		0%<100%	

Sumber: Olahan Peneliti (2018)

Keterangan:

TE=tegangan ekivalen, FRT=faktor rasio tegangan, FE=Faktor erosi, TT=tidak terbatas

- Beban per roda = $\frac{\text{beban sumbu}}{2 * Fkb}$
- Faktor tegangan dan erosi (TE dan FE) didapat dari tabel tegangan ekivalen dan faktor erosi untuk perkerasan tanpa bahu beton atau dengan bahu beton (Pd T-14-2003 halaman 23 -25)
- FRT= TE/Kuat lentur beton 28 hari
- Analisa fatik dan analisa erosi didapatkan dari gambar/grafik analisis fatik dan beban repetisi ijin berdasarkan rasio tegangan, dengan/tanpa bahu beton.(perencanaan perkerasan jalan beton semen Pd T-14-2003 halaman 26 -28)

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan: % rusak fatik lebih kecil dari 100% (tebal pelat aman)

Jenis Sumbu	Beban Sumbu ton (kN)	Beban Rencana Per roda (kN)	Repetisi yang terjadi	Faktor Tegangan & Erosi	Analisa Fatik		Analisa Erosi	
					Repetisi Ijin	Persen Rusak (%)	Repetisi Ijin	Persen Rusak (%)
(1)	(2)	(3) =Beban Sumbu /2*Fkb	(4)	(5)	(6)	(7) =(4)*100 /(6)	(8)	(9) =(4)*100 /(8)
STRT	6 (60)	33.00	2669100	TE = 1.01 FRT = 0.22 FE = 2,21	TT	0	TT	0
	5 (50)	27.50	2083200		TT	0	TT	0
	4 (40)	22.00	585900		TT	0	TT	0
	3 (30)	16.50	585900		TT	0	TT	0
	2 (20)	11.00	585900		TT	0	TT	0
STRG	8 (80)	22.00	1128400	TE =1.62 FRT =0.36 FE = 2.81	TT	0	TT	0
	5 (50)	13.75	607600		TT	0	TT	0
STdRG	14 (140)	19.25	2604000	TE =1.36 FRT = 0.30 FE =2.92	TT	0	TT	0
Total					0%<100%		0%<100%	

Tabel 4.31Analisis fatik dan erosi dengan pelat beton 200 mm

Sumber: Olahan Peneliti (2018)

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan: % rusak fatik lebih kecil dari 100% (tebal pelat aman)dari tebal taksiran pelat beton 190 dan 200 mm, Maka tebal pelat beton yang dipakai adalah 200 mm.

b. Perhitungan Tulangan (dari analisa tebal pelat Bina Marga Pd T 14-2003)

1) Perkerasan beton bersambung tanpa tulangan

Pemasangan sambungan memanjang ditujukan untuk mengendalikan terjadinya retak memanjang. Jarak antar sambungan memanjang sekitar 3 - 4 m. Sambungan memanjang harus dilengkapi dengan batang ulir dengan mutu minimum BJTU- 24 dan berdiameter 16 mm.

a) Diketahui Tebal pelat = 18 cm

b) Jumlah lajur setiap arah = 2 lajur

c) Lebar tiap lajur = 3,5 meter

d) Mutu baja tulangan, direncanakan:

- BJTP 24 (f y : tegangan leleh = 28300 psi)
- BJTD 40 (f y : tegangan leleh = 47500 psi)

e) Dicoba Panjang pelat = 5,0 m dan lebar pelat 3,5 m

f) Dipilih batang pengikat D-16 mm

g) Ukuran batang pengikatruji (batang polos)

Ukuran batang pengikatdapat digunakan sesuai tebal pelat beton pada tabel dibawah ini:

No.	Tebal pelat beton, h(mm)	Diameter ruji (mm)
1	125<h≤140	20

2	140<h≤160	24
3	160<h≤190	28
4	190<h≤220	33
5	220<h≤250	36

Tabel 4.32 Diameter Ruji (Dowel)

Dengan tebal pelat = 200 mm, didapatkan diameter ruji = 33 mm, panjang = 450 mm, dan jarak = 300 mm

h) Menghitung panjang batang pengikat (Sambungan memanjang)

L = (38,3 x φ) + 75

=38,3 x (16) + 75

=687,8 mm ~~70 cm~~

2) Perkerasan beton bersambung dengan tulangan

a) Tebal pelat = 20 cm

b) Dicoba lebar pelat = 2 x 3,5 m

c) Panjang pelat = 15 m

d) Koefisien gesek antara pelat beton dengan pondasi bawah = 1,3

e) Kuat tarik ijin baja = 240 MPa

f) Berat isi beton = 2400 kg/m3

g) Gravitasi (g) = 9,81 m/dt2

3) Tulangan memanjang

$.As = \frac{\mu.L.M.g.h}{2.fs}$…….(4.9)

As $= \frac{1{,}3 \text{ x } 15 \text{ x } 2400 \text{ x } 9{,}81 \text{ x } 0{,}20}{2x240} = 191{,}3$ mm2/m'

Asmin = 0,1% x 200 x 1000 = 200 mm2/m' > Asperlu

Dari grafik dan tabel perhitungan beton bertulang, (Ir. W.C Vis)

Maka digunakan tulangan Ø6 – 100 (As = 262,7mm²)

4) Tulangan melintang

$.As = \frac{\mu.L.M.g.h}{2.fs}$ ……..(4.10)

As $= \frac{1{,}3 \text{ x } (2\text{x}3{,}5) \text{ x } 2400 \text{ x } 9{,}81 \text{ x } 0{,}20}{2x240} = 89{,}27$ mm2/m'

Asmin = 0,1% x 200 x 1000 = 200 mm2/m' > Asperlu

Dari grafik dan tabel perhitungan beton bertulang, (Ir. W.C Vis)

Maka digunakan tulangan Ø6– 100 (As = 262,7mm²)

c. Perkerasan beton menerus dengan tulangan

1) Tebal pelat = 20 cm

2) Lebar pelat = 2 x 3,5 m

3) Kuat tekan beton (fc') = 350 kg/cm²

4) BJTP 24 (f y : tegangan leleh = 28300 psi = 1990 kg/cm2)

5) BJTD 40 (f y : tegangan leleh = 47500 psi = 3340 kg/cm2)

6) Es/Ec = 6

7) Koefisien gesek antara beton dan pondasi bawah μ = 1,fcf = 40 kg/cm²

8) Ambil fct = 0,5 fcf = 0,5 x 40 = 20 kg/cm²

9) Sambungan susut dipasang setiap jarak 75 m

10) Ruji digunakan ukuran diameter 33 mm, panjang 45 cm dan jarak 30 cm

a) Tulangan memanjang

$$Ps = \frac{100.fct.(1{,}3 - 0{,}2\mu)}{fy - n\,fct}$$

f_{cf} = 40 kg^2,

$fct = 0.5\ f_{cf}$ =20 kg^2

$n = 6$(dari Kuat tekan beton fc'= 290,5 kg/cm²)

$Ps = \frac{100x20x(1{,}3-0{,}2x1{,}3)}{3340-(6x20)}$= 0,65 %

As perlu = 0,65 % x 100 x 20,0 = 13 cm^2

As min = 0,6 % x 100 x 20,0 = 12 cm^2/m' <As perlu

Dicoba tulangan diameter 12 jarak 180 mm ($As = 15{,}2$ cm^2)

Untuk tulangan memanjang ambil diameter 12 mm jarak 360 mm

b) Pengecekan jarak teoritis antar retakan

$$L_{cr} = \frac{fct^2}{n.p^2.\mu.fb\,(\varepsilon s.Ec - fct)} \text{.....(4.11)}$$

U = 4/d = 4/1,2 = 3,33

P = 15,2 /(100 x 12) = 0,0126

Ambil f_b = (1,97 $\sqrt{f'c}$)/d= (1,97 $\sqrt{290,5}$)/1,2 = 27,98 kg/ cm^2

Ambil ε_s= 400 x 10^{-6}

E_c = 14850* $\sqrt{f'c}$ = 14850* $\sqrt{290,5}$ = 253,104 kg/ cm^2\

Dikontrol terhadap jarak teoritis antar retakan (L_{cr})

L_{cr} = $\frac{20^2}{6*_{0,0126}{}^2*3.33.27,98\ (0.0004*253104\ -20)}$= 55,48 cm< L_{cr} maks (250 cm)

Maka, dipakai tulangan diameter 12 jarak 180 mm ($As = 15,2\ cm^2$) dan tulangan melintang ambil diameter 12 mm jarak 360 mm.

d. Perencanaan Biaya Konstruksi Beton

Perencanaan biaya konstruksi pada pekerjaan Beton jalan ruas Bandaran, Gambiran dan Kedawung dari hasil rencana anggaran anggaran biaya masing-masing lapisan adalah sebagai berikut;

1) Galian tanah untuk*konstruksi* dengan biaya Rp. 31.916.043,50
2) Stabilisasi tanah dengan semen dengan biaya Rp. 2.911.656.288,95
3) Penimbunan badan jalan dengan biaya Rp. 190.419.286,04
4) Perkerasan beton K-350dengan biaya Rp. 13.569.159.518,11
5) Palstikdengan biaya Rp. 576.000.000,00
6) Tulangan dengan biaya Rp. 9.811.069.502,57
7) Begisting dengan biaya Rp. 556.728.625,20
8) *Joint Sealer* dengan biaya Rp. 250.092.000,00
9) *Curing Compound* dengan biaya Rp. 96.580.000,00
10) Aditif beton dengan biaya Rp. 80.000.000,00

Total biaya konstruksi pada perencanaan jalan beton ruas bandaran, gambiran dan kedawung adalah Rp. 24.939.629.645,88.

e. *User Cost* Beton.

Perhitungan *user cost* beton tidak berbeda dengan perhitungan *user cost* perkerasan sebelumnya, tetapi pada perhitungan *user cost* jalan beton kondisi jalan dianggap dalam kondisi *poor*karena jalan tidak mengalami perbaikan adalah Rp. 82.587.871.829,58

4.7. Biaya Pemeliharaan Aspal dan Beton

4.7.1. Biaya pemeliharaan aspal

Dalam pemeliharaan aspal atau juga bisa disebut pemeliharaan berkala dalam perencanaan jalan bandaran, gambiran dan kedawung digunakan perencanaan perencanaan konstruksi bertahap sehingga pada tahun 2021 perlu dilakukan pelapisan tambahan dengan tebal 4 cm. sedangkan pada tahun 2024 direncanakan akan dilakukan pelapisan tambahan yang berfungsi sebagai perkuatan jalan lama dengan tebal 4 cm. Pemeliharaan jalan rutin perkerasan aspal dilakukan setiap satu tahun dengan asumsi mengalami kerusakan sebesar 12% dikarenakan kondisi tanah yang gerak dan biaya pelapisan tambahan untuk berm kanan/kiri dari data DPA Tahun 2017 sebesar Rp. 53.571.177, - maka total biaya setiap tahunnya :

Biaya perawatan rutin aspal = biaya perencanaan aspal x (nilai kerusakan jalan) x

(lama waktu pakai)

= Rp. 22.976.184.235,62 x 12% x 3 tahun

= Rp. 8.271.426.324,82

Biaya perawatan aspal = Biaya pelapisan tambahan + biaya perawatan rutin

=Rp. 53.571.177,- + Rp. 8.271.426.324,82

= Rp. 8.324.997.501,82

Sehingga biaya perawatan dalam satu tahun Rp. 8.324.997.501,82 / 3 sama dengan Rp. 2.774.999.167,27. Dari nilai perencanaan kontruksi jalan aspal selama 20 tahun dengan nilai biaya Rp. 22.976.184.235,62, maka nilai biaya perawatan dalam satu tahun sama dengan Rp. 22.976.184.235,62 / 20 tahun sama dengan Rp. 1.148.809.211,78, Jadi biaya pembangunan jalan Aspal Rp. 1.148.809.211,78, + Rp. 2.774.999.167,27. Sama dengan Rp **3.923.808.379,06** pertahun.

4.7.2. Biaya pemeliharan Beton

Pemeliharaan rutin jalan beton dilakukan setiap tahun dengan asumsi jalan mengalami kerusakan 1% setiap tahunnya. Total biaya pemeliharaan rutin selama usia rencana adalah

Biaya perawatan rutin Beton = biaya perencanaan beton x (nilai kerusakan jalan) x (lama waktu pakai)

= Rp. 24.939.629.645,88 x 1% x 20 tahun

= Rp. 4.987.925.929,18

Dari biaya pelapisan tambahan jalan beton tidak perna ada sehingga nilai perawatan dalam satu tahun adalah Rp 4.987.925.929,18 / 20 tahun sama dengan Rp. 249.396.296,46.Dari nilai perencanaan kontruksi jalan Beton selama 40 tahun dengan nilai biaya Rp. 24.939.629.645,88, maka nilai biaya perawatan dalam satu tahun sama dengan Rp. 24.939.629.645,88/ 40 tahun sama dengan Rp. 623.490.741,15. Jadi biaya pembangunan jalan beton Rp. 623.490.741,15. + Rp. 249.396.296,46. Sama dengan Rp**. 872.887.037,61** pertahun

4.8. Manfaat Ekonomi

Dalam evaluasi ekonomi berfungsi untuk mengetahui kelayakan proyek secara umum. Evaluasi ekonomi ini yang dilakukan dalam penelitian Tesis ini adalah membandingkan *benefit* dan *cost* dari perkerasan jalan aspal dan jalan beton alternatif perkerasan menggunakan metode *Benefit Cost Ratio* (BCR). *Benafit* adalah *saving user cost*dan total cost jalan eksisting kondisi "*do nothing*" dengan *user cost* dan *total cost* perencanaan perkerasan jalan aspal dan perencanaan perkerasan jalan beton. Sedangkan Cost adalah selisih total cost jalan eksisting kondisi " *do nothing*" dengan *user cost* dan total *cost* perencanaan jalan aspal dan perencanaan jalan beton, dimana kondisi "*do nothing*"adalah kondisi normal jalan eksisting. Selain itu, dicari pula *Benafit* dan *Cost* antara kedua jenis perkerasan. Berikut ini perhitungan lebih jelasnya:

a. Perkerasan Aspal

1) Initial Cost = Rp. 1.148.809.211,78
2) Operasional Cost = Rp.2.774.999.167,27
3) User Cost Eksisting = Rp. 15.191.255.019,16
4) Total Cost = Rp. **19.115.063.398,22**

5) User Cost = Rp. 38.254.164.426,23

6) Benefit = *User Cost – User Cost Eksisting*

= Rp. 38.254.164.426,23 – Rp. 15.191.255.019,16

= Rp. 23.062.909.407,07

Benefit Cost Ratio = $\frac{Benafit}{Cost}$

= $\frac{Rp.\ 23.062.909.407,07}{Rp.\ \mathbf{23.338.684.058,15}}$

= 0,988< 1

7) Net Present Value = *Benefit – Cost*

= Rp. 23.062.909.407,07 – Rp. 23.338.684.058,15

= Rp. 275.774.651,08

b. Perkerasan Beton

1) Initial Cost = Rp. 24.939.629.645,88

2) Operasional Cost = Rp. 4.987.925.929,18

3) User Cost Eksisting = Rp. 15.191.255.019,16

4) Total Cost (20 tahun) = Rp. **29.927.555.575.06**

5) User Cost = Rp. 82.587.871.829,58

6) Benefit = *User Cost – User Cost Eksisting*

= Rp. 82.587.871.829,58 – Rp. 15.191.255.019,16

= Rp. 67.396.616.810,42

Benefit Cost Ratio = $\frac{Benafit}{Cost}$

= $\frac{Rp.\ 67.396.616.810,42}{Rp.\ 29.927.555.575,06}$

= 2,5> 1

7) *Net Present Value* = *Benefit – Cost*

= Rp.67.396.616.810,42 – Rp. 25.189.025.942,35

= Rp. 42.207.590.868,08

Sehingga selisih biaya konstruksi beton dan aspal pertahun sebesar 0,19%.

4.9. Pembahasan

4.9.1 Perbandingan kelayakan konstruksi jalanbeton dan kontruksi jalan aspal berdasarkan faktor teknis dan non teknis.

Setelah menilai faktor-faktor apa yang paling dipertimbangkan dalam menilai suatu kelayakan jalan, selanjutnya penting dinilai beberpa jauh faktor tersebut menentukan pilihan konstruksi. Penilaian kelayakan jalan dinilai berdasarkan gabungan antara faktor teknis, nonteknis dan biaya. Hasil penilaian tiap faktor dapat ditelusuri berdasarkan pembobotan sebagaimana terkandung dalam vektor VK1 sampai VK8. Dan dirangkum dalam tabel 4.21

Tabel 4.33. Hasil bobot untuk semua vektor dengan metode AHP

No	Faktor	Bobot		Rasio
		Beton	Aspal	
1	Daya Tahan Terhadap Cuaca	0.83	0.17	5 : 1
2	Daya Tahan Terhadap Umur Rencana Perkerasan Jalan	0.86	0.14	5 : 1
3	Daya Tahan Terhadap Perubahan lalu lintas	0.86	0.14	6 : 1
4	Kemudahan Pelaksanaan Pembangunan	0.83	0.17	6 : 1
5	Kemudahan Material	0.83	0.17	5 : 1
6	Jangka waktu perawatan	0.83	0.17	5 : 1
7	Sumberdaya dan Teknologi	0.83	0.17	5 : 1
8	Biaya	0.78	0.21	3.63 :1

Sumber: Olahan Peneliti (2018)

Dari tabel diatas dapat ditarik pernyataan sebagai berikut:

a. Dalam hal daya tahan terhadap cuaca, beton 5 kali lebih unggul dibandingkan aspal.
b. Dalam hal daya tahan terhadap umur rencana perkerasan jalan, beton 5 kali lebih unggul dibandingkan aspal.
c. Dalam hal daya tahan terhadap perubahan lalu lintas, beton 6 kali lebih unggul dibandingkan aspal.
d. Dalam hal kemudahan pelaksanaan pembangunan, beton 6 kali lebih unggul dibandingkan aspal.
e. Dalam hal kemudahan material pembangunan, beton 5 kali lebih unggul dibandingkan aspal.
f. Dalam jangka waktu perawatan, beton 5 kali lebih unggul dibandingkan aspal.
g. Dalam hal sumberdaya dan teknologi, beton 5 kali lebih unggul dibandingkan aspal.
h. Dalam hal biaya aspal lebih murah dibandingkan beton.

Maka penilaian akhir dari analisis metode AHP konstruksi beton secara keseluruhan lebih baik dibanding konstruksi aspal, sehingga konstruksi beton lebih layak diterapkan untuk kontruksi ruas Bandaran, Gambiran, dan Kedawung Kabupaten Pasuruan.

4.9.2 Perbandingan durasi pekerjaan konstruksi jalan beton dan jalan aspal.

Dalam pelaksanaan konstruksi jalan aspal membutuhkan durasi96 hari tanpa libur, Sedangkan dalam pelaksanaan konstruksi jalan beton

membutuhkan durasi 115 hari tanpa libur, dengan demikian durasi konstruksi jalan beton lebih panjang dibandingkan jalan aspal. Karena pada konstruksi beton terkendala oleh :

a. Kegiatan galian tanah.
b. Perencanaan tulangan beton, dan
c. Keterlambatan bahan material

Data pembanding bisa terlihat dari perencanaan biaya kurva S dan waktu kegiatan dalam MS Projek konstruksi aspal dan beton terlampir pada halaman 123 sampai dengan 126;

4.9.3 Perbandingan evaluasi ekonomi konstruksi jalan beton dan jalan aspal.

Dari hasil analisis manfaat biaya ekonomi didapatkan B/C Ratio dan NPV perkerasan beton sebesar 2,5 dan Rp. 42.207.590.868,08 lebih besar dari B/C Ratio dan NPV perkerasan aspal yang hanya 0,988 dan Rp. 275.774.651,08. Untuk selisih biaya kontruksi jalan beton dan aspal pertahun sebesar RpRp 3.050.921.341,45 atau 0,19%. Maka dipilih alternatif menggunakan perkerasan beton karena lebih menguntungkan dari segi manfaat ekonomi biaya.