

PEMILIHAN PEMASOK PADA MATERIAL KONSTRUKSI

Hasnaa Faadhilah, Agung Budi Broto

Teknik Sipil

Politeknik Negeri Jakarta

Alamat Jl. Prof. DR. G.A. Siwabessy, Depok 16425

Email: hasnaafaadhilah18@gmail.com, agungb13b@gmail.com

Abstrak

Material konstruksi merupakan bagian yang sangat penting pada suatu proyek konstruksi. Hal ini dikarenakan segala kegiatan yang berhubungan dengan material mencakup lebih dari setengah biaya proyek, serta berpengaruh sangat besar pada penjadwalan. Karena itu, pemilihan pemasok yang tepat diperlukan. Pemilihan pemasok termasuk ke dalam multi-criteria decision making, di mana terdapat beberapa kriteria yang dipertimbangkan dalam pembuatan keputusan. Penelitian ini dilakukan untuk menentukan kriteria-kriteria dalam memilih pemasok terbaik material konstruksi untuk proyek jalan tol. Tahap awal adalah penetapan kriteria, kemudian menggunakan metode ANP untuk mendapatkan prioritas dari masing-masing kriteria. Hasil dari penelitian ini didapat tiga kriteria dengan prioritas tertinggi adalah kualitas produk (0,120), integritas personil perusahaan (0,091), dan kinerja pengiriman (0,083).

Kata Kunci: kriteria pemilihan pemasok, material konstruksi, multi-criteria decision making, pemilihan pemasok

Abstract

Construction material considered very important in a construction project. Every activity that including materials is covers more than half of the total cost of the project and has a significant effect on the schedule. Against this background, the right supplier selection is needed. Supplier selection is a part of multi-criteria decision making where some criteria are considered to make the decision. This study was conducted to establish the criteria for selecting the best construction material supplier for highway

project. The first step is criteria setting, then using the ANP method to get the priorities of each criterion. From this study, the three highest priority criteria are product quality (0.120), integrity of company personnel (0.091), and delivery performance (0.083).

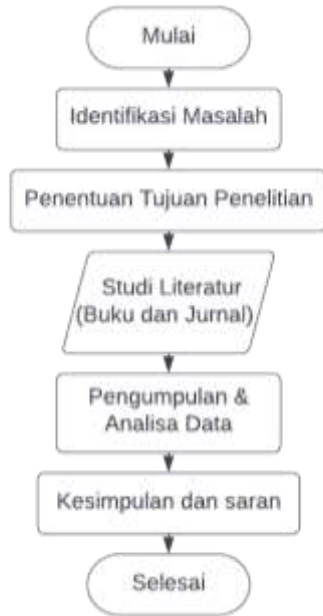
Keywords : *Construction material, multi-criteria decision making, supplier selection, supplier selection criteria.*

I. PENDAHULUAN

Dari tahun 2022 sampai dengan 2024, sepanjang 1.010,8 Km jalan tol yang termasuk dalam Proyek Strategis Nasional di targetkan selesai. Untuk mencapai sasaran proyek tepat biaya, mutu, dan waktu, pemilihan pemasok harus sangat diperhatikan. Hal ini dikarenakan segala kegiatan yang berhubungan dengan material mencakup lebih dari setengah biaya proyek serta berefek besar pada penjadwalan. Sehingga, memilih pemasok yang tepat dapat secara signifikan mengurangi biaya pembelian dan waktu tunggu produksi, serta meningkatkan kepuasan pelanggan dan daya saing bisnis. Karena itu pula pemilihan pemasok merupakan masalah utama di dalam supply chain management (SCM).

Masalah pemilihan pemasok termasuk ke dalam masalah multi-criteria decision making (MCDM), di mana ada beberapa kriteria yang digunakan dalam pertimbangan untuk membuat suatu keputusan. Salah satu metode MCDM adalah analytic network process (ANP). Metode ANP merupakan generalisasi dari analytic hierarchy process (AHP), metode ini berfokus pada hubungan ketergantungan antar kriteria, serta pembuatan keputusan dilakukan menggunakan angka.

II. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Flowchart Penelitian



Gambar 2. Flowchart Pemilihan Pemasok menggunakan metode ANP

Pada penelitian ini, studi literatur diperlukan untuk mencari kriteria yang akan diajukan untuk validasi. Setelah validasi kriteria terdapat dua pengumpulan data berupa kuesioner yang dilakukan secara bertahap. Kuesioner tersebut adalah kuesioner hubungan ketergantungan dan kuesioner perbandingan berpasangan. Data dari kuesioner perbandingan berpasangan kemudian di uji konsistensinya. Dimana untuk nilai kurang dari 0,1

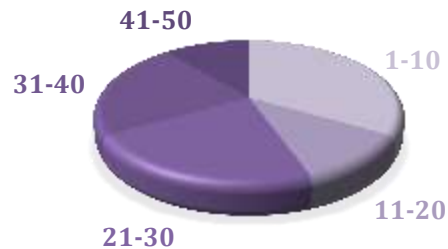
dapat melanjutkan ke tahapan berikutnya, dan jika lebih dari 0,1, maka pengambilan data kuesioner diulang. Selanjutnya pembuatan supermatriks, terdiri dari tiga tahapan, unweighted supermatrix, weighted supermatrix, dan limit supermatrix. Kemudian, dari supermatriks tersebut didapatkan prioritas masing-masing kriteria yang dapat digunakan dalam melakukan pemilihan pemasok material konstruksi.

Tabel 1. Kriteria yang Diajukan Untuk Validasi (Polat, dkk dan Taherdoost dan Brard)

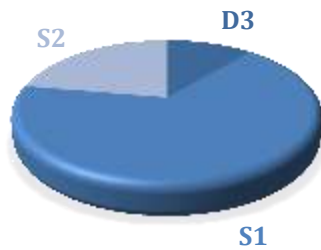
Kluster	Kriteria
Aspek Material	Kualitas produk
	Kinerja pengiriman
	Total biaya produk
Aspek Pelayanan	Harga
	Kapasitas produksi
	Syarat pembayaran
	Faktor risiko
	Lokasi geografi
	Teknologi dan kapabilitas
	Sistem komunikasi
Aspek Umum Pemasok	Keandalan
	Service
	Profil pemasok
	Reputasi pemasok
	Riwayat kinerja pemasok
	Saling percaya dan kemudahan berkomunikasi
Tanggung jawab sosial dan lingkungan	

III. ANALISIS DAN PERANCANGAN

Profil responden pada penelitian ini dikelompokkan berdasarkan pengalaman bekerja dan usia.



Gambar 3. Pie Chart Pengalaman Bekerja Responden



Gambar 4. Pie Chart Pendidikan Terakhir Responden

Dari validasi yang dilakukan, didapat 18 kriteria yang akan digunakan pada pemilihan pemasok material konstruksi.

Tabel 2. Kriteria Pemilihan Pemasok Material Konstruksi

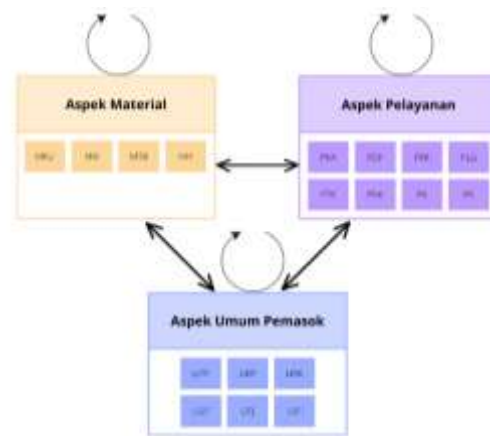
Kluster	Kriteria	Kode
Aspek Material	Kualitas produk	MKU
	Kinerja pengiriman	MKI
	Total biaya produk	MTB
	Harga	MH
Aspek Pelayanan	Kapasitas produksi	PKA
	Syarat pembayaran	PSP
	Faktor risiko	PFR
	Lokasi geografi	PLG
	Teknologi dan kapabilitas	PTK
	Sistem komunikasi	PSK
	Keandalan	PK
Aspek Umum Pemasok	Service	PS
	Profil pemasok	UPP
	Reputasi pemasok	URP
	Riwayat kinerja pemasok	URK
	Saling percaya dan kemudahan berkomunikasi	USP
	Tanggung jawab sosial dan K3L	UTJ
	Integritas personil perusahaan	UIP

Kemudian, melalui kuesioner hubungan ketergantungan, dapat dilihat apabila suatu kriteria memengaruhi atau terpengaruh kriteria lain. Bila ada hubungan antar kriteria dalam satu kluster yang sama, maka hal itu disebut inner dependence dan jika hubungan ketergantungan antar kriteria berbeda kluster, maka disebut outer dependence. Dari kuesioner diketahui bahwa terdapat inner dependence dan outer dependence pada tiap kluster.

Tabel 3. Hubungan Ketergantungan Pada Kriteria Pemilihan Pemasok

	Aspek Material				Aspek Pelayanan				Aspek Umum Pemasok									
	MKU	MKI	MTB	MH	PKA	PSP	PFR	PLG	PTK	PSK	PK	PS	UPP	URP	URK	USP	UTJ	UIP
Aspek Material																		
Aspek Pelayanan																		
Aspek Umum Pemasok																		

Dari Tabel 3 dapat dibuat permodelan ANP untuk melihat lebih jelas hubungan antar tiap kriteria.



Gambar 4. Permodelan ANP Pemilihan Pemasok Material Konstruksi

Selanjutnya adalah perbandingan antar kriteria. Disini dapat dilihat seberapa penting suatu kriteria jika dibandingkan dengan kriteria lain, dengan mempertimbangkan kriteria yang memengaruhi keduanya. Tingkat prioritas ini ditunjukkan melalui angka 1-9, dimana semakin besar angkanya, maka semakin penting kriteria tersebut.

Tabel 4. Skala Dasar Bilangan Mutlak (Saaty dan Vargas)

Intensitas Keperentingan	Definisi	Penjelasan
1	Sama pentingnya	Dua aktivitas yang berkontribusi sama kepada tujuan
3	Cukup penting	Pengalaman dan penilaian sedikit lebih mendukung satu dari yang lainnya
5	Lebih penting	Pengalaman dan penilaian sangat mendukung satu dari yang lainnya
7	Sangat penting	Elemen yang satu jauh lebih didukung dari yang lainnya; dominasinya dapat terlihat pada praktik
9	Benar-benar penting	Bukti yang mendukung satu elemen di atas yang lain adalah dari kemungkinan urutan penegasan tertinggi
2, 4, 6, 8		Nilai genap merupakan nilai keraguan

Dilakukan uji konsistensi pada hasil kuesioner ini. Dan jika nilai konsistensi lebih besar dari 0,1, maka pengumpulan data ini perlu diulang. Melalui hasil penelitian di dapat bahwa semua perbandingan

memiliki nilai konsistensi kurang dari 0,1, sehingga analisa dapat dilanjutkan.

Tabel 5. Perbandingan Berpasangan Aspek Material Dengan Mempertimbangkan Kualitas Produk

MKU	MKI	MTB	MH	w	Aw	Aw/w
MKI	1	1 3/5	1 1/5	0.405	1.215	3.000
MTB	5/8	1	5/7	0.251	0.752	3.000
MH	5/6	1 2/5	1	0.344	1.033	3.000

Tabel 6. Perbandingan Berpasangan Aspek Pelayanan Dengan Mempertimbangkan Kualitas Produk

MKU	PKA	PSP	PFR	PTK	PSK	PK	PS	w	Aw	Aw/w
PKA	1	1 4/5	4/7	5/8	1 1/3	1	6/7	0.130	0.915	7.034
PSP	5/9	1	2/5	3/8	3/5	3/4	1/2	0.078	0.546	7.025
PFR	1 5/7	2 1/2	1	1	1 7/8	1 1/2	1 1/3	0.201	1.411	7.032
PTK	1 3/5	2 5/8	1	1	2 1/2	2	1 2/5	0.218	1.531	7.039
PSK	3/4	1 2/3	1/2	2/5	1	4/5	4/7	0.100	0.704	7.026
PK	1	1 1/3	2/3	1/2	1 1/4	1	2/3	0.116	0.813	7.032
PS	1 1/6	1 6/7	3/4	5/7	1 7/9	1 1/2	1	0.158	1.114	7.037

Tabel 7. Perbandingan Berpasangan Aspek Umum Pemasok Dengan Mempertimbangkan Kualitas Produk

MKU	UPP	URP	URK	USP	UIP	w	Aw	Aw/w
UPP	1	1/2	3/5	1/2	1/3	0.104	0.521	5.003
URP	2	1	1 1/5	1	2/3	0.211	1.056	5.005
URK	1 2/3	5/6	1	7/8	1/2	0.171	0.854	5.005
USP	2	1	1 1/7	1	1/2	0.191	0.955	5.005
UIP	2 7/8	1 1/2	2	1 8/9	1	0.323	1.620	5.009

Tahap selanjutnya adalah pembuatan supermatriks. Unweighted supermatrix dibuat dari data nilai eigenvector pada kuesioner perbandingan berpasangan. Setelah itu ubah bentuk supermatriks menjadi weighted supermatrix dengan membagi angka pada kolom yang sama dengan nilai total kolom tersebut. Tahapan berikutnya, merupakan pembuatan limit supermatrix, yaitu mengalikan supermatriks dengan supermatriks itu sendiri sebanyak sekian kali, hingga setiap nilai dalam baris yang sama memiliki nilai yang sama. Setelah itu, besar prioritas dari masing -masing kriteria bisa didapat.

Tabel 8. Unweighted Supermatrix

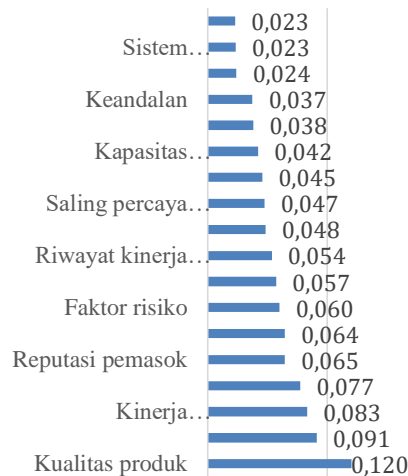
	Aspek Material					Aspek Pelayanan					Aspek Umum Pemasok							
	MKU	MKI	MTB	MH	PKA	PSP	PFR	PLG	PTK	PSK	PK	PS	UPP	URP	URK	USP	UTJ	UIP
Aspek Material	MKU	0.00	0.49	0.59	0.43	0.42	0.43	0.33	0.44	0.00	0.65	0.00	0.52	0.45	0.42	0.63	0.45	0.68
	MKI	0.41	0.32	0.20	0.21	0.20	0.23	0.29	0.00	0.55	0.35	0.37	0.27	0.21	0.22	0.37	0.32	0.32
	MTB	0.25	0.00	0.21	0.12	0.15	0.13	0.15	0.25	0.45	0.00	0.30	0.00	0.15	0.18	0.00	0.23	0.00
	MH	0.34	1.00	0.19	0.24	0.23	0.21	0.24	0.31	0.00	0.00	0.33	0.22	0.18	0.18	0.00	0.00	0.00
Aspek Pelayanan	PKA	0.13	0.12	0.23	0.15	0.00	0.11	0.14	0.21	0.16	0.18	0.19	0.14	0.14	0.15	0.00	0.00	0.17
	PSP	0.08	0.09	0.13	0.11	0.00	0.09	0.00	0.07	0.00	0.10	0.08	0.10	0.10	0.10	0.12	0.00	0.00
	PFR	0.20	0.20	0.00	0.00	0.33	0.00	0.23	0.20	0.21	0.21	0.23	0.26	0.23	0.22	0.28	0.27	0.21
	PLG	0.00	0.10	0.00	0.17	0.17	0.00	0.23	0.10	0.12	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.10
	PTK	0.22	0.17	0.21	0.20	0.18	0.47	0.10	0.24	0.23	0.31	0.19	0.18	0.23	0.20	0.24	0.31	0.20
	PSK	0.10	0.08	0.10	0.00	0.00	0.00	0.15	0.09	0.09	0.00	0.08	0.08	0.08	0.09	0.11	0.00	0.09
	PK	0.12	0.11	0.16	0.15	0.15	0.00	0.18	0.11	0.10	0.08	0.11	0.13	0.11	0.13	0.08	0.13	0.11
	PS	0.16	0.12	0.17	0.22	0.17	0.53	0.00	0.19	0.23	0.20	0.20	0.11	0.11	0.11	0.17	0.17	0.13
Aspek Umum Pemasok	UPP	0.10	0.10	4.00	0.11	0.13	0.00	0.12	0.00	0.13	0.16	0.11	0.11	0.13	0.10	0.07	0.09	0.12
	URP	0.21	0.20	0.62	0.23	0.24	0.21	0.22	0.00	0.17	0.23	0.20	0.18	0.15	0.18	0.19	0.22	0.27
	URK	0.17	0.15	0.38	0.22	0.17	0.18	0.26	0.00	0.20	0.18	0.17	0.16	0.11	0.18	0.14	0.13	0.17
	USP	0.19	0.14	0.00	0.16	0.16	0.24	0.00	0.00	0.00	0.16	0.30	0.13	0.25	0.19	0.20	0.19	0.20
	UTJ	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.23	0.18	0.19	0.22	0.21	0.25	0.24
	UIP	0.32	0.25	0.00	0.29	0.30	0.37	0.40	1.00	0.31	0.28	0.00	0.25	0.29	0.29	0.31	0.34	0.37

Tabel 9. Weighted Supermatrix

	Aspek Material					Aspek Pelayanan					Aspek Umum Pemasok							
	MKU	MKI	MTB	MH	PKA	PSP	PFR	PLG	PTK	PSK	PK	PS	UPP	URP	URK	USP	UTJ	UIP
Aspek Material	MKU	0.00	0.00	0.49	0.59	0.43	0.42	0.43	0.33	0.44	0.00	0.65	0.00	0.52	0.45	0.42	0.63	0.45
	MKI	0.41	0.00	0.32	0.20	0.21	0.20	0.23	0.29	0.00	0.55	0.35	0.37	0.27	0.21	0.22	0.37	0.32
	MTB	0.25	0.00	0.00	0.21	0.12	0.15	0.13	0.15	0.25	0.45	0.00	0.30	0.00	0.15	0.18	0.00	0.23
	MH	0.34	1.00	0.19	0.00	0.24	0.23	0.21	0.24	0.31	0.00	0.00	0.33	0.22	0.18	0.18	0.00	0.00
Aspek Pelayanan	PKA	0.13	0.12	0.23	0.15	0.00	0.11	0.14	0.21	0.16	0.18	0.19	0.14	0.14	0.15	0.00	0.00	0.17
	PSP	0.08	0.09	0.13	0.11	0.00	0.09	0.00	0.07	0.00	0.10	0.08	0.10	0.10	0.10	0.12	0.00	0.00
	PFR	0.20	0.20	0.00	0.00	0.33	0.00	0.23	0.20	0.21	0.21	0.23	0.26	0.23	0.22	0.28	0.27	0.21
	PLG	0.00	0.10	0.00	0.17	0.17	0.00	0.23	0.10	0.12	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.12	0.10	
	PTK	0.22	0.17	0.21	0.20	0.18	0.47	0.10	0.24	0.00	0.23	0.31	0.19	0.18	0.23	0.20	0.24	0.31
	PSK	0.10	0.08	0.10	0.00	0.00	0.00	0.15	0.09	0.09	0.00	0.08	0.08	0.08	0.09	0.11	0.00	0.09
	PK	0.12	0.11	0.16	0.15	0.15	0.00	0.18	0.11	0.10	0.08	0.11	0.13	0.11	0.13	0.08	0.13	0.11
	PS	0.16	0.12	0.17	0.22	0.17	0.53	0.00	0.19	0.23	0.20	0.20	0.11	0.11	0.11	0.17	0.17	0.13
Aspek Umum Pemasok	UPP	0.10	0.10	4.00	0.11	0.13	0.00	0.12	0.00	0.13	0.16	0.11	0.11	0.00	0.13	0.10	0.07	0.09
	URP	0.21	0.20	0.62	0.23	0.24	0.21	0.22	0.00	0.17	0.23	0.20	0.18	0.15	0.18	0.19	0.22	0.27
	URK	0.17	0.15	0.38	0.22	0.17	0.18	0.26	0.00	0.20	0.18	0.17	0.16	0.11	0.18	0.14	0.13	0.17
	USP	0.19	0.14	0.00	0.16	0.16	0.24	0.00	0.00	0.00	0.16	0.30	0.13	0.25	0.19	0.20	0.19	0.20
	UTJ	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.23	0.18	0.19	0.22	0.21	0.25	0.24
	UIP	0.32	0.25	0.00	0.29	0.30	0.37	0.40	1.00	0.31	0.28	0.00	0.25	0.29	0.29	0.31	0.34	0.37

Tabel 10. Limit Supermatrix

	Aspek Material					Aspek Pelayanan					Aspek Umum Pemasok							
	MKU	MKI	MTB	MH	PKA	PSP	PFR	PLG	PTK	PSK	PK	PS	UPP	URP	URK	USP	UTJ	UIP
Aspek Material	MKU	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
	MKI	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
	MTB	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	MH	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
Aspek Pelayanan	PKA	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
	PSP	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	PFR	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
	PLG	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	PTK	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
	PSK	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	PK	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Aspek Umum Pemasok	PS	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	UPP	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
	URP	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
	URK	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	USP	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	UTJ	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
	UIP	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09



Gambar 4. Prioritas Kriteria

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian, didapat ada 18 kriteria yang memengaruhi pemilihan pemasok material konstruksi, yang kemudian dikelompokkan ke dalam 3 kluster. Kriteria-kriteria ini kemudian di urutkan berdasarkan prioritasnya sebagai berikut, kualitas produk (0,120), integritas personal perusahaan (0,091), kinerja

pengiriman (0,083), harga (0,077), reputasi pemasok (0,065), teknologi dan kapabilitas (0,064), faktor risiko (0,060), profil pemasok (0,057), riwayat kinerja pemasok (0,054), service (0,048), saling percaya dan kemudahan berkomunikasi (0,047), total biaya produk (0,045), kapasitas produksi (0,042), tanggung jawab sosial dan K3L (0,038), keandalan (0,037), lokasi geografi (0,024), sistem komunikasi (0,023), dan syarat pembayaran (0,023).

REFERENSI

- Abdel-Basset, M., Mohamed, M., & Smarandache, F. (2018). A hybrid neutrosophic group ANP-TOPSIS framework for supplier selection problems. *Symmetry*, 10(6). <https://doi.org/10.3390/sym10060226>
- Bai, C., & Sarkis, J. (2010). Green supplier development: Analytical evaluation using rough set theory. *Journal of Cleaner Production*, 18(12), 1200–1210. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.01.016>
- Cengiz, A. E., Aytakin, O., Ozdemir, I., Kusan, H., & Cabuk, A. (2017). A Multi-criteria Decision Model for Construction Material Supplier Selection. *Procedia Engineering*, 196, 294–301. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.07.202>
- Cristea, C., & Cristea, M. (2017). A multi-criteria decision making approach for supplier selection in the flexible packaging industry. *MATEC Web Conferences*, 94(06002).
- Frej, E. A., Roselli, L. R. P., Araújo De Almeida, J., & de Almeida, A. T. (2017). A Multicriteria Decision Model for Supplier Selection in a Food Industry Based on FITradeoff Method. *Mathematical Problems in Engineering*, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/4541914>
- Hsu, C. W., & Hu, A. H. (2009). Applying hazardous substance management to supplier selection using analytic network process. *Journal of Cleaner Production*, 17(2), 255–264. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.05.004>
- Levary, R. R. (2008). Using the analytic hierarchy process to rank foreign suppliers based on supply risks. *Computers and Industrial Engineering*, 55(2), 535–542. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2008.01.010>
- Plebankiewicz, E., & Kubek, D. (2016). Multicriteria Selection of the Building Material Supplier Using AHP and Fuzzy AHP. *Journal of Construction Engineering and Management*, 142(1). [https://doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0001033](https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0001033)
- Polat, G., Eray, E., & Bingol, B. N. (2017a). An integrated fuzzy MCGDM approach for supplier selection problem. *Journal of Civil Engineering and Management*, 23(7), 926–942. <https://doi.org/10.3846/13923730.2017.1343201>
- Polat, G., Eray, E., & Bingol, B. N. (2017b). An integrated fuzzy MCGDM approach for supplier selection problem. *Journal of Civil Engineering and Management*, 23(7), 926–942. <https://doi.org/10.3846/13923730.2017.1343201>
- Saaty, T. L., & Vargas, L. G. (2006). *DECISION MAKING WITH THE ANALYTIC NETWORK PROCESS Economic, Political, Social and Technological Applications with Benefits, Opportunities, Costs and Risks*. Springer Science + Business Media, LLC.
- Safa, M., Shahi, A., Haas, C. T., & Hipel, K. W. (2014). Supplier selection process in an integrated construction materials management model. *Automation in Construction*, 48, 64–73. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2014.08.008>
- Schramm, F., & Morais, D. C. (2012). *DECISION SUPPORT MODEL FOR SELECTING AND EVALUATING SUPPLIERS IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY (Vol. 32, Issue 3)*. www.scielo.br/pope
- Singha, S., & Pasupuleti, S. (2020). Delineation of Groundwater Prospect Zones in Arang Block, Raipur District, Chhattisgarh, Central India, Using Analytical Network Process. *Journal of the Geological Society of India*, 95(6), 609–615. <https://doi.org/10.1007/s12594-020-1487-z>
- Taherdoost, H., & Brard, A. (2019). Analyzing the Process of Supplier Selection Criteria and Methods. *Procedia Manufacturing*, 32, 1024–1034. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.02.317>
- Ustun, O., & Demirtas, E. A. (2008). Multi-period lot-sizing with supplier selection using achievement scalarizing functions. *Computers and Industrial Engineering*, 54(4), 918–931. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2007.10.021>
- Wang, J. W., Cheng, C. H., & Huang, K. C. (2009). Fuzzy hierarchical TOPSIS for supplier selection. *Applied Soft Computing Journal*, 9(1), 377–386. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2008.04.014>
- Watt, D. J., Kayis, B., & Willey, K. (2010). The relative importance of tender evaluation and contractor selection criteria. *International*

Journal of Project Management, 28(1), 51–60.
<https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2009.04.003>

Worapon Thanaraksakul, & Busaba Phruksaphanrat. (2009). Supplier Evaluation Framework Based on Balanced Scorecard with Integrated Corporate Social Responsibility Perspective. International MultiConference of Engineers and Computer Scientists, 2210.

Yoon, J., Talluri, S., Yildiz, H., & Ho, W. (2017). Models for Supplier Selection and Risk Mitigation: A Holistic Approach.

Yul. (2022, January 1). Hingga 2021, Sepanjang 2.489,2 km Jalan Tol Sudah Beroperasi di Indonesia. Kementrian Pekerjaan Dan Perumahan Umum.