

**ANALISIS PERBANDINGAN ALTERNATIF PERKUATAN STABILITAS LERENG
PADA REST AREA JALAN TOL SEMARANG – SOLO
(Studi Kasus Rest Area Km. 456)**

ANGGA WISNU MURTI¹, HENNY PRATIWI ADI², M. FAIQUN NIAM²

Mahasiswa Magister Teknik Sipil Universitas Sultan Agung Semarang¹, Dosen Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Sultan Agung Semarang^{2,3}

*Corresponding Author : henni@unissula.ac.id²

DOI: <http://dx.doi.org/10.31869/rtj.v6i2.4207>

Abstrak: Stabilisasi tanah/lereng adalah suatu metode yang digunakan untuk meningkatkan kemampuan daya dukung suatu lapisan tanah dengan cara memberikan perlakuan khusus terhadap lapisan tanah tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kriteria apa saja untuk memilih jenis perkuatan, kelebihan dan kekurangan dari perkuatan geotekstil woven, bronjong dan geoframe, juga untuk mengetahui urutan prioritas perkuatan lereng berdasarkan kriteria yang ada pada pekerjaan pembangunan rest area tol semarang – solo km. 456.

Data dalam penelitian didapatkan melalui kuisioner dengan responden penelitian ini terdiri dari 10 orang yang berasal dari pihak pemilik pekerjaan, pelaksana pekerjaan dan konsultan pengawas pekerjaan. Untuk memilih perkuatan stabilitas lereng ada 5 kriteria yaitu biaya, waktu pelaksanaan, tenaga kerja, ketersediaan bahan dan fungsi. Jenis perkuatan yang digunakan ada 3 alternatif diantaranya geotekstil woven, bronjong dan geoframe. Analisis data menggunakan metode AHP (*Analitycal Hierarchy Process*), pengolahan data menggunakan software *Expert Choice*.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa dari kriteria fungsi perkuatan geotekstil woven unggul dengan bobot 0,375. Kemudian dari kriteria waktu pelaksanaan perkuatan geotekstil woven unggul dengan bobot 0,587. Geotekstil woven juga unggul pada kriteria tenaga kerja dan ketersediaan bahan dengan bobot masing – masing 0,510 dan 0,586. Sedangkan pada kriteria fungsi perkuatan bronjong unggul dengan bobot 0,456. Perkuatan geotekstil woven berada pada prioritas pertama berdasarkan kriteria di atas dengan bobot 0,411, prioritas pemilihan perkuatan kedua menggunakan bronjong dengan bobot 0,341 dan perkuatan menggunakan geoframe berada pada prioritas ketiga dengan bobot 0,248. Sedangkan realisasi di lapangan penggunaan geotekstil woven dan geoframe paling banyak digunakan dibandingkan menggunakan bronjong.

Kata Kunci: *Stabilisasi tanah/lereng, geotekstil, bronjong, geoframe, AHP (Analitycal Hierarchy Process)*

Abstrak: Soil/slope stabilization is a method used to increase the bearing capacity of a soil layer by giving special treatment to the soil layer. This study aims to determine the criteria for selecting the type of reinforcement, the advantages and disadvantages of geotextile woven reinforcement, gabions and geoframes, as well as to determine the priority order of slope reinforcement based on existing criteria in the construction work of the Semarang - Solo km toll road rest area. 456.

The data in the study were obtained through a questionnaire with the respondents of this study consisting of 10 people who came from the job owner, job executor and work supervisory consultant. To choose slope stability reinforcement there are 5 criteria, namely cost,

implementation time, labor, availability of materials and functions. The type of reinforcement used there are 3 alternatives including woven geotextiles, gabions and geoframes. Data analysis using AHP (Analytical Hierarchy Process) method, data processing using Expert Choice software.

The results of this study indicate that the woven geotextile reinforcement function criteria are superior with a weight of 0.375. Then from the criteria for the implementation of superior woven geotextile reinforcement with a weight of 0.587. Woven geotextiles are also superior in terms of labor and material availability with weights of 0.510 and 0.586, respectively. Meanwhile, in the criteria of superior gabion reinforcement function with a weight of 0.456. Woven geotextile reinforcement is the first priority based on the above criteria with a weight of 0.41, the priority of selecting the second reinforcement using gabions with a weight of 0.341 and strengthening using a geoframe is on the third priority with a weight of 0.248. While the realization in the field the use of woven geotextiles and geoframes is the most widely used compared to using gabions.

Keywords: Soil/slope stabilization, geotextile, gabion, geoframe, AHP (Analytical Hierarchy Process)

A. Pendahuluan

Pertumbuhan penduduk yang sangat pesat di Indonesia pada beberapa dekade terakhir menyebabkan kebutuhan akan fasilitas baik tempat tinggal maupun infrastruktur meningkat pula. Kontur tanah menjadi salah satu kendala dalam pembangunan, dimana Indonesia memiliki banyak perbukitan yang membentang. Diperlukan suatu metode dalam menangani bagian lereng perbukitan dengan tujuan untuk melakukan stabilisasi terhadap lereng serta mempermudah pekerjaan konstruksi baik yang berada diatas maupun dibawah lereng perbukitan. Dari permasalahan tersebut maka pemasangan dinding penahan tanah merupakan salah satu solusi untuk mencegah terjadinya kelongsoran pada bagian lereng perbukitan yang dapat mengakibatkan kerugian bagi manusia. Menurut Coduto (2001), dinding penahan tanah adalah struktur yang didesain untuk menjaga dan mempertahankan dua muka elevasi tanah yang berbeda.

Penelitian ini menganalisa alternatif pemilihan perkuatan tanah menggunakan geotekstil woven, bronjong (*gabion*) dan geoframe pada pekerjaan Rest Area Jalan Tol Semarang – Solo Km. 456 dengan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP).

Perumusan masalah pada penelitian ini adalah kriteria apa saja yang diperlukan untuk memilih jenis perkuatan tanah, apa saja kelebihan dan kekurangan dari perkuatan lereng dengan menggunakan geotekstil woven, bronjong (*gabion*) dan geoframe dan bagaimana urutan prioritas perkuatan lereng tersebut berdasarkan kriteria yang ada.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kriteria - kriteria yang diperlukan dalam pemilihan jenis perkuatan stabilitas lereng, untuk menganalisis/mengkaji kelebihan dan kekurangan dari tiap – tiap jenis perkuatan stabilitas lereng antara geotekstil, bronjong (*gabion*) dan geoframe dan membuat prioritas pemilihan konstruksi yang efektif dari perkuatan stabilitas lereng berdasarkan kriteria – kriteria yang ada.

Sedangkan hasil dari penelitian ini diharapkan apabila perkuatan alternatif yang dipilih dapat menjadi referensi pada pekerjaan – pekerjaan lainnya yang memiliki jenis pekerjaan yang hampir sama dengan laporan ini.

B. Metode Penelitian

Penelitian yang digunakan yaitu penelitian dengan jenis eksploratif. Peneliti kali ini penulis mencoba menemukan masalah dengan menggunakan metode *Analitycal Hierarchy Process* (AHP). Analytical Hierarchy Process (AHP) dikembangkan oleh Thomas L. Saaty dan dipublikasikan dalam bukunya yang berjudul *The Analitycal Hierarchy Process* pada tahun 1980 (Henny Pratiwi Adi, 2012) . Data primer yang akan digunakan adalah data yang diperoleh langsung dari sumbernya, sebagai berikut :

1. Observasi lapangan yaitu untuk memperoleh gambaran secara langsung kondisi lapangan di Rest Area Jalan Tol Semarang – Solo Km. 456.
2. Wawancara responden yaitu dengan melakukan wawancara langsung kepada sumbernya serta pengisian kuesioner. Sebagian besar pengisi kuisoner kurang familiar dengan perkuatan menggunakan geoframe.

Data Sekunder yang digunakan diperoleh dari studi literatur berupa data dan dokumen terkait, internet, studi pustaka, jurnal dan sumber lainnya.. Data sekunder dari penelitian ini sebagian besar diambil dari Jurnal Penelitian terdahulu dan Internet.

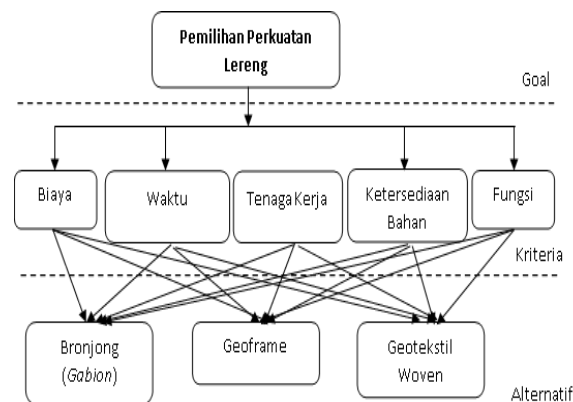
Teknik pengumpulan data pada tahapan berikut ini dilakukan dengan cara studi literatur dan juga wawancara terpimpin dengan panduan berupa kuosioner kepada 10 orang responden. Di mana variabel ini mencakup lima jenis kriteria yaitu biaya, waktu pelaksanaan, tenaga kerja, ketersediaan bahan dan fungsi. Sedangkan alternatif variabel kriteria perkuatan lereng yang dignakan adalah bronjong, geotekstil woven dan geoframe.

Pada penelitian ini menggunakan program *expert choice*, *expert choice* adalah alat bantu untuk menentukan prioritas sebuah keputusan multi kriteria berdasarkan metode Proses Hirarki Analitik, sebuah teori matematika yang pertama dikembangkan di *Wharton School of the University of Pennsylvania* oleh salah satu orang pendiri *Expert Choice*, Thomas L. Saaty.

C. Hasil Penelitian

Prioritas Pemilihan Perkuatan Lereng

Jenis variable yang digunakan pada penelitian ini adalah variable kriteria pemilihan perkuatan lereng. Dimana studi kasus yang digunakan pada pembangunan Rest Area Tol Semarang – Solo Km 456. Pada penelitian tentang perkuatan lereng ini ditentukan beberapa kriteria pemilihan perkuatan lereng, yaitu : biaya, waktu pelaksanaan, tenaga kerja, ketersediaan bahan dan fungsi. Teknik pengumpulan data pada tahap ini digunakan dengan metode wawancara.



Gambar 1. Hierarki pemilihan kriteria perkuatan lereng

Perbandingan Berpasangan (*Pairwise Comparison*) Antar Kriteria

Penilaian pertama yaitu untuk mengukur tingkat kepentingan antar masing-masing kriteria dengan memberikan penilaian perbandingan berpasangan (*Pairwise Comparison*). Nilai yang digunakan adalah nilai gabungan dari 10 responden setelah dirata-rata geometrik. Penilaian tersebut dalam bentuk matrik untuk memudahkan pengisian.

	Biaya	Waktu	Tenaga Ke	Ketersedia	Fungsi
Biaya	1	1,39039	1,4907	1,46326	3,26795
Waktu		1	1,02919	1,10801	1,02283
Tenaga Kerja			1	1,35588	2,74956
Ketersediaan Bahan				1	2,01060
Fungsi					1

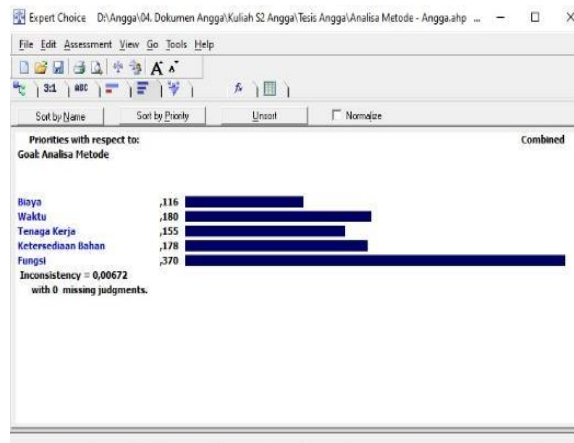
Incon: 0,01

Gambar 2. Matrik Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria

Dari hasil pengolahan data didapat nilai *Consistency Index* (CI) = 0,01. Setelah didapat nilai *Consistency Index* (CI), maka dapat di hitung nilai *Consistency Ratio* (CR) dengan rumus : $CR=CI/IR$, dimana IR adalah Indeks Random Consistency maka diperoleh nilai CR sebesar 0,009. Karena nilai *Consistency Ratio* (CR) ≤ 0.1 maka matriks di atas dapat dikatakan konsisten.

Kriteria Pemilihan Perkuatan Lerang

Setelah dilakukan penilaian dengan Perbandingan Berpasangan (*Pairwise Comparison*), selanjutnya yaitu dilakukan penilaian peringkat pada masing-masing prioritas kriteria dan prioritas alternative.



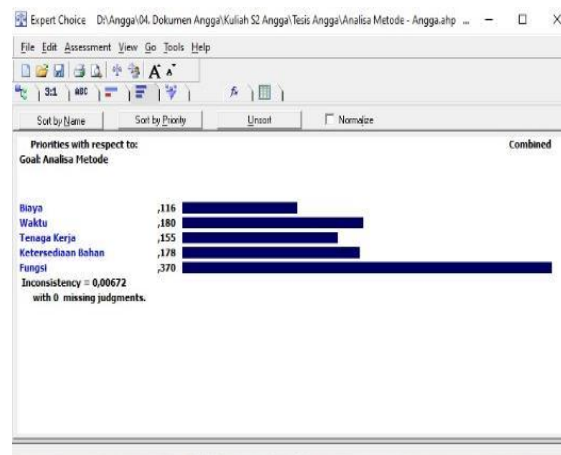
Gambar 3. Diagram Penilaian Peringkat Prioritas Kriteria

Berdasarkan hasil analisa dengan menggunakan software Expert Choice 11, didapatkan untuk penilaian peringkat prioritas Kriteria yaitu sebagai berikut :

Tabel 1 : Penilaian Peringkat Prioritas dari Antar Kriteria

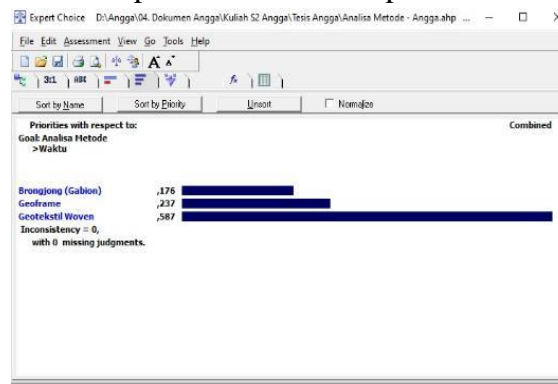
Kriteria	Rata-Rata	Peringkat
Biaya	0,116	5
Waktu Pelaksanaan	0,180	2
Tenaga Kerja	0,155	4
Ketersediaan Bahan	0,178	3
Fungsi	0,370	1

Berdasarkan dari tabel 1 dapat disimpulkan bahwa responden lebih memilih kriteria Fungsi dengan nilai rata-rata 0,370, di peringkat kedua yaitu Waktu Pelaksanaan dengan nilai rata-rata 0,180, di peringkat ketiga yaitu Ketersediaan Bahan dengan nilai rata-rata 0,178, di peringkat keempat yaitu Tenaga Kerja dengan nilai rata-rata 0,155, di peringkat kelima yaitu Biaya dengan nilai rata-rata 0,116.



Gambar 4. Diagram Penilaian Peringkat Prioritas Kriteria Prioritas Alternatif Pada Kriteria Biaya

Hasil data penilaian yang diperoleh dari masing-masing responden, yang kemudian diolah dengan bantuan software Expert Choice 11 didapat hasil sebagai berikut :



Gambar 5. Diagram Penilaian Peringkat Prioritas Alternatif Pada Kriteria Biaya
Berdasarkan hasil analisa dengan menggunakan software Expert Choice 11, didapatkan hasil untuk penilaian peringkat prioritas Alternatif pada Kriteria Biaya yaitu sebagai berikut:

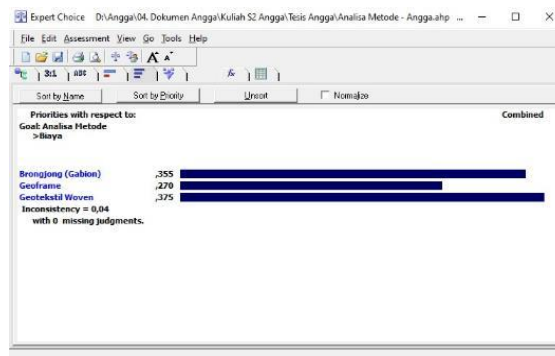
Tabel 2 : Peringkat Prioritas Alternatif pada Kriteria Biaya

Alternatif	Rata-Rata	Peringkat
Bronjong (<i>Gabion</i>)	0,355	2
Geoframe	0,270	3
Geotekstil Woven	0,375	1

Berdasarkan dari tabel 2 dapat disimpulkan bahwa pada kriteria Jenis Biaya lebih memilih alternatif Geotekstil Woven pada peringkat pertama dengan nilai rata-rata 0,375, di peringkat kedua yaitu Bronjong (*Gabion*) dengan nilai rata-rata 0,255, kemudian di peringkat ketiga yaitu Geoframe dengan nilai rata-rata 0,270.

Prioritas Alternatif Pada Kriteria Waktu

Hasil data penilaian yang diperoleh dari masing-masing responden, yang kemudian diolah dengan bantuan software Expert Choice 11 didapat hasil sebagai berikut :



Gambar 6 Diagram Penilaian Peringkat Prioritas Alternatif Pada Kriteria Waktu Pelaksanaan

Berdasarkan hasil analisa dengan menggunakan software Expert Choice 11, didapatkan hasil untuk penilaian peringkat prioritas Alternatif pada Kriteria Waktu Pelaksanaan yaitu sebagai berikut:

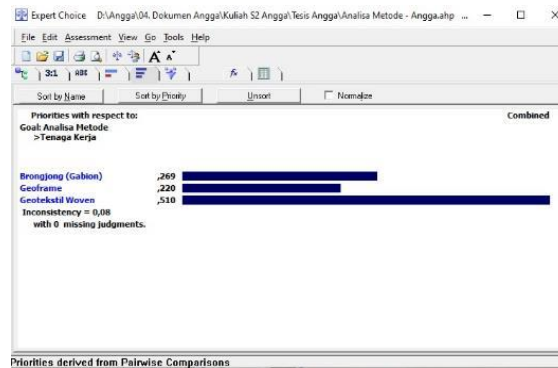
Tabel 3 : Peringkat Prioritas Alternatif pada Kriteria Waktu Pelaksanaan

Alternatif	Rata-Rata	Peringkat
Bronjong (<i>Gabion</i>)	0,176	3
Geoframe	0,237	2
Geotekstil Woven	0,587	1

Berdasarkan dari tabel 3 dapat disimpulkan bahwa pada kriteria Jenis Waktu Pelaksanaan lebih memilih alternatif Geotekstil Woven pada peringkat pertama dengan nilai rata-rata 0,587, di peringkat kedua yaitu Geoframe dengan nilai rata-rata 0,237, kemudian di peringkat ketiga yaitu Bronjong (*Gabion*) dengan nilai rata-rata 0,176.

Prioritas Alternatif Pada Tenaga Kerja

Hasil data penilaian yang diperoleh dari masing-masing responden, yang kemudian diolah dengan bantuan software Expert Choice 11 didapat hasil sebagai berikut :



Gambar 7. Diagram Penilaian Peringkat Prioritas Alternatif Pada Kriteria Tenaga Kerja
Berdasarkan hasil analisa dengan menggunakan software Expert Choice 11, didapatkan hasil untuk penilaian peringkat prioritas Alternatif pada Kriteria Tenaga Kerja yaitu sebagai berikut:

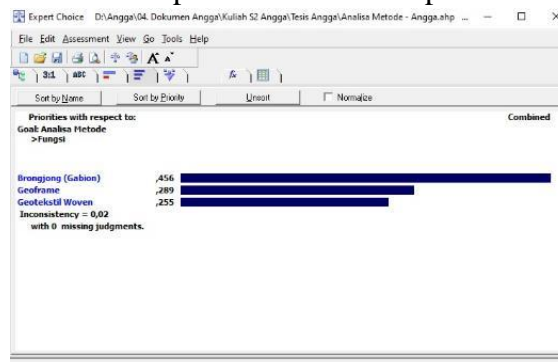
Tabel 4 : Peringkat Prioritas Alternatif pada Kriteria Tenaga Kerja

Alternatif	Rata-Rata	Peringkat
Bronjong (<i>Gabion</i>)	0,269	2
Geoframe	0,220	3
Geotekstil Woven	0,510	1

Berdasarkan dari tabel 4 dapat disimpulkan bahwa pada kriteria Jenis Tenaga Kerja lebih memilih alternatif Geotekstil Woven pada peringkat pertama dengan nilai rata-rata 0,510, di peringkat kedua yaitu Bronjong (*Gabion*) dengan nilai rata-rata 0,269, kemudian di peringkat ketiga yaitu Geoframe dengan nilai rata-rata 0,220.

Prioritas Alternatif Pada Ketersediaan Bahan

Hasil data penilaian yang diperoleh dari masing-masing responden, yang kemudian diolah dengan bantuan software Expert Choice 11 didapat hasil sebagai berikut :



Gambar 8. Diagram Penilaian Peringkat Prioritas Alternatif Pada Kriteria Ketersediaan Bahan
Berdasarkan hasil analisa dengan menggunakan software Expert Choice 11, didapatkan hasil untuk penilaian peringkat prioritas Alternatif pada Kriteria Ketersediaan Bahan yaitu sebagai berikut:

Tabel 5 : Peringkat Prioritas Alternatif pada Kriteria Ketersediaan Bahan

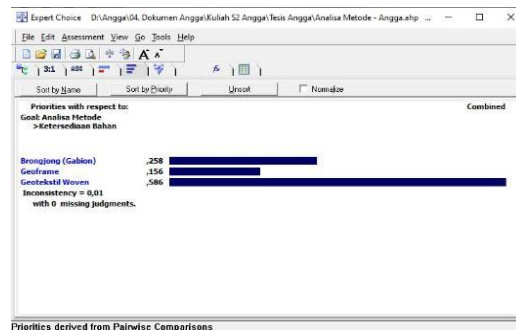
Alternatif	Rata-Rata	Peringkat
Bronjong (<i>Gabion</i>)	0,258	2

Geoframe	0,156	3
Geotekstil Woven	0,586	1

Berdasarkan dari tabel 5 dapat disimpulkan bahwa pada kriteria Jenis Ketersediaan Bahan lebih memilih alternatif Geotekstil Woven pada peringkat pertama dengan nilai rata-rata 0,586, di peringkat kedua yaitu Bronjong (*Gabion*) dengan nilai rata-rata 0,258, kemudian di peringkat ketiga yaitu Geoframe dengan nilai rata-rata 0,156.

Prioritas Alternatif Pada Fungsi

Hasil data penilaian yang diperoleh dari masing-masing responden, yang kemudian diolah dengan bantuan software Expert Choice 11 didapat hasil sebagai berikut :



Gambar 9. Diagram Penilaian Peringkat Prioritas Alternatif Pada Kriteria Fungsi

Berdasarkan hasil analisa dengan menggunakan software Expert Choice 11, didapatkan hasil untuk penilaian peringkat prioritas Alternatif pada Kriteria Fungsi yaitu sebagai berikut:

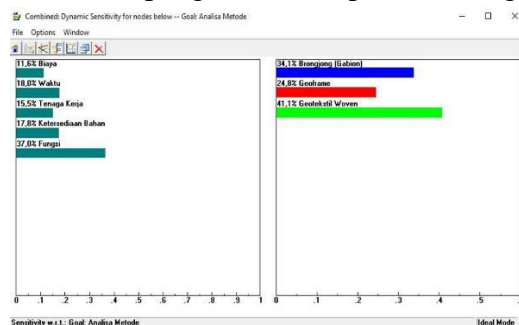
Tabel 6 : Peringkat Prioritas Alternatif pada Kriteria Fungsi

Alternatif	Rata-Rata	Peringkat
Bronjong (<i>Gabion</i>)	0,456	1
Geoframe	0,289	2
Geotekstil Woven	0,255	3

Berdasarkan dari tabel 6 dapat disimpulkan bahwa pada kriteria Fungsi lebih memilih alternatif Bronjong (*Gabion*) pada peringkat pertama dengan nilai rata-rata 0,456, di peringkat kedua yaitu Geoframe dengan nilai rata-rata 0,289, kemudian di peringkat ketiga yaitu Geotekstil Woven dengan nilai rata-rata 0,255.

Analisis Sensitivitas

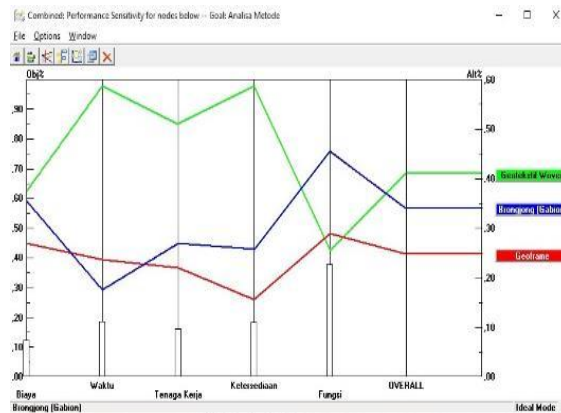
Analisis sensitivitas digunakan untuk melihat kelayakan terhadap data hasil pendapat responden untuk dijadikan landasan pengambilan keputusan dengan program AHP.



Gambar 10. Grafik Kondisi Awal Analisis Sensitivitas

Pada gambar 10 dapat dilihat bahwa performance sensitivity menggambarkan diagram yang menunjukkan kemampuan masing-masing jenis perkuatan lereng terhadap kriteria yang diberikan, dapat disimpulkan bahwa Geotekstil Woven unggul dalam kriteria biaya, waktu, tenaga kerja dan ketersediaan bahan. Sedangkan dari jenis perkuatan Bronjong (Gabion) memiliki keunggulan dalam kriteria fungsi. Untuk perkuatan geoframe berdasarkan gambar 13 kurang diminati untuk pemilihan perkuatan lereng.

Grafik Rekapitulasi Pemilihan Jenis Perkuatan Lereng



Gambar 11. Grafik *Dynamic Sensitivity*

Dynamic sensitivity menggambarkan diagram yang menunjukkan bobot nilai dari kriteria yang diberikan dan persentase nilai yang didapat dari masing-masing jenis perkuatan lereng dari keseluruhan kriteria. Berdasarkan gambar 14 kriteria yang paling berpengaruh dalam keputusan pemilihan jenis perkuatan adalah dari segi fungsinya dengan bobot sebesar 0,370. Berikut tabel urutan prioritas jenis perkuatan lereng dari data yang diolah :

Tabel 7 : Peringkat Pemilihan Jenis Perkuatan Lereng

No	Jenis Perkuatan	Bobot	Peringkat
1	Bronjong (<i>Gabion</i>)	0,341	2
2	Geoframe	0,248	3
3	Geotekstil Woven	0,411	1

Dari tabel 7 di atas dapat disimpulkan bahwa perkuatan menggunakan geotekstil woven lebih unggul daripada perkuatan lainnya. Dimana pada pekerjaan Pembangunan Rest Area Tol Semarang – Solo Km. 456 ini pada Rest A untuk elevasi tanahnya tidak perlu dilakukan pekerjaan urugan yang tinggi dan pada hampir seluruh luasan area pada rest A ini juga menggunakan geotekstil woven. Sedangkan diperingkat kedua dan ketiga berdasarkan tabel di atas terdapat perkuatan bronjong dan geoframe. Pekerjaan bronjong dan geoframe terdapat pada lokasi Rest B, dimana pada lokasi rest B ini diperlukan pengurangan timbunan dengan ketinggian ± 10 m. Dan pada pekerjaan Rest B ini juga untuk lapisan timbunan paling atas dilapisi dengan geotekstil woven. Sedangkan realisasi di lapangan penggunaan geotekstil woven dan geoframe paling banyak digunakan dibandingkan menggunakan bronjong.

D. Penutup

Simpulan

1. Jenis perkuatan pada pekerjaan Pembangunan Rest Area Tol Semarang – Solo Km. 456, dimana kriteria yang menjadi dasar pemilihan jenis perkuatan adalah dari biaya pelaksanaan, waktu pelaksanaan, tenaga kerja, ketersediaan bahan dan fungsi.
2. Kelebihan dari geotekstil woven ini adalah sebagai pemisah antara tanah asli dan tanah keras, dengan penggunaan geotekstil ini bahan tanah asli dan tanah keras tidak akan tercampur. Sedangkan kekurangan dari geotekstil sendiri adalah bahan dari geotekstil yang dari geosintetik ini mudah robek atau rusak akibat benda tajam. Kelebihan dari bronjong ini adalah fleksibel sehingga bisa mengikuti pergerakan tanah yang ada dibawahnya tanpa harus merusak konstruksi dasar. Sedangkan untuk kekurangan bronjong adalah bronjong yang menggunakan bahan kawat dari galvanis tidak cocok untuk dipasang pada perkuatan yang berada di dekat laut. Sedangkan untuk geoframe terdapat beberapa kelebihan dibandingkan dengan jenis perkuatan lainnya, dari segi keindahan sistem geoframe ini dapat memberikan kesan hijau alami. Kekurangan penggunaan perkuatan geoframe adalah membutuhkan kecermatan dan ketelitian dalam proses pelaksanaan tersebut.
3. Berdasarkan kriteria – kriteria yang data sudah diolah di atas, dapat disimpulkan berdasarkan kriteria biaya diperoleh perkuatan menggunakan geotekstil woven dengan bobot 0,375. Berdasarkan kriteria waktu pelaksanaan diperoleh perkuatan menggunakan geotekstil woven dengan bobot sebesar 0,587. Geotekstil woven juga unggul pada kriteria tenaga kerja dengan bobot sebesar 0,510. Dari segi ketersediaan bahan perkuatan geotekstil woven juga unggul dengan bobot 0,586. Sedangkan kriteria yang terakhir dari segi fungsinya perkuatan menggunakan bronjong (*gabion*) unggul dengan bobot 0,456. Berdasarkan prioritas di atas diperoleh perkuatan geotekstil woven pada prioritas pertama dengan bobot 0,411. Prioritas urutan kedua perkuatan bronjong dengan bobot 0,341. Dan diurutan prioritas ketiga perkuatan geoframe dengan bobot 0,248.

Saran

1. Pada pemilihan kriteria dapat ditambahkan beberapa pemilihan kriteria lainnya agar pemilihan jenis perkuatan yang akan digunakan bisa lebih efisien lagi.
2. Pada pemilihan alternatif jenis perkuatan dapat ditambahkan jenis perkuatan lainnya sehingga pemilihan alternatif perkuatan lebih banyak dan variatif. Serta untuk perkuatan jenis geoframe dapat lebih dikembangkan lagi karena dari segi kelebihan, geoframe memiliki satu keunggulan daripada perkuatan lainnya dari segi keindahan, karena jenis perkuatan geoframe ini dapat digunakan juga sebagai media penghijauan.
3. Penelitian ini dapat ditingkatkan kembali dengan cara peninjauan Kembali terhadap faktor – faktor jenis kelongsoran dan dapat diperluas lagi dengan mengambil contoh kasus pada tempat yang berbeda.

Daftar Pustaka

- Adi, Henny Pratiwi, 2020, *Decision Support System for Selecting Type of Moveable Dam Gate to Handle Tidal Flood Issued (A Case Study in The Parid River, Cilacap, Indonesia)*, Semarang.
- Adi, Henny Pratiwi, 2012, *Pembangunan Pelabuhan Di Kabupaten Mukomuko Dengan Metode Analytical Hierarchy Process*, Semarang.

- Donald P. Conduto, 2001. *"Foundation Design"*. Pomona, California State Polytechnic University.
- Geoforce Indonesia, 2018. Geoforce Indonesia. Geoforce Indonesia. Jakarta.
- Geoforce Indonesia, 2019. Geoforce Indonesia. Geoforce Indonesia. Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C. 2002. *Mekanika Tanah I*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Tsujanto, F, 2012, *Perbaikan Tanak Lunak Pada Tanah Lunak Dengan Ban Bekas, Skiripsi pada FT Universitas Atma Jaya Yoyakarta*
- Hardiyatmo, H. C. 2010. *Mekanika Tanah I*. Edisi Ke V Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Isparmo, 2010. *Geotextile Woven, Definisi dan Fungsi*. (<http://geotextile.web.id/geotextile-woven-definisi-dan-fungsi.html>. Diakses 10 November 2021).
- Saaty, T. L, 1988, *Multicriteria Decision Making : The Analytic Hierarchy Process*. University of Pittsburgh, RWS Publication, Pittsburgh
- Saaty, Thomas, 2005, *Theory and Applications of the Analytic Network Process: Decision Making with Benefits, Opportunities, Costs, and Risks*.
- Tsujanto, F, 2012, *Perbaikan Tanak Lunak Pada Tanah Lunak Dengan Ban Bekas, Skiripsi pada FT Universitas Atma Jaya Yoyakarta*