

PREFERENSI GENERATOR SIKRON BERBASIS ANALITYCAL NETWORK PROCESS (ANP) UNTUK LABORATORIUM PERMESINAN KAPAL

Sunu Arsy Pratomo

Universitas Maritim AMNI Semarang

Korespondensi penulis: shoeyzero@gmail.com

Lilin Hermawati

Universitas Maritim AMNI Semarang

linhermawati80@gmail.com

Abstract. *The Government's goal to make Indonesia an Maritime Country must be supported by all elements of society, especially is from the education sector. As one of the maritime education institutions to improve competent human resources in its field, it needs training and supporting facilities and infrastructure. One way to increase competence is to supply cadets with capabilities in the field of operation and maintenance of ship machining. Synchronous generator is one of the important components in ship machining. Therefore, the ability to operate and maintain generators is absolutely necessary for cadets in the world of work. Standard selection of generator in the Shipbuilding Laboratory follows Government standards through the Ministry of Transportation Regulations. To choose the best electricity generator, a special method is needed. The solution to this problem is the use of the Analytical Network Process (ANP) to determine synchronous generators that meet the quality standards and specifications of stakeholders. By implementing ANP, the synchronous generator is obtained according to quality standards with the specifications desired by stakeholders. In applying ANP, weighting is based on criteria, namely: durability, maintenance, spare parts, specifications and price. Then obtained an electric generator with appropriate quality standards and specifications. Results of data processing using the ANP method obtained electrical generator alternative selection with each weight is adalah CUMMINS GFS-C30KW 41,6 %, HARTECH HT35Y 33,9 %, and CATERPILLAR C2.2 24,5 %.*

Keywords: *Electric Generators, Criteria, Alternative, ANP.*

Abstrak. Cita-cita Pemerintah untuk menjadikan Indonesia sebagai Negara Maritim harus didukung oleh seluruh elemen masyarakat terutama dari sektor pendidikan. Sebagai salah satu institusi pendidikan maritim untuk meningkatkan sumber daya manusia (SDM) yang kompeten dibidangnya dibutuhkan pelatihan serta sarana dan prasarana pendukungnya. Salah satu cara meningkatkan kompetensi adalah dengan membekali taruna dengan kemampuan di bidang pengoperasian dan perawatan permesinan kapal. Generator sinkron merupakan salah satu komponen penting pada permesinan kapal. Oleh karena itu kemampuan pengoperasian dan perawatan generator mutlak diperlukan oleh taruna di dunia kerja. Standar pemilihan generator sinkron pada Laboratorium Permesinan Kapal mengikuti standar Pemerintah melalui Peraturan Kementerian Perhubungan. Untuk memilih generator terbaik dibutuhkan suatu metode khusus. Pemecahan dari permasalahan tersebut adalah penggunaan metode Analytical Network Process (ANP) dalam menentukan generator sinkron terbaik yang sesuai dengan standar mutu dan spesifikasi dari stakeholder. Dengan menerapkan ANP maka didapatkan generator sinkron yang sesuai standar mutu dan spesifikasi yang diinginkan oleh stakeholder. Dalam penerapan ANP perlu dilakukan pembobotan berdasarkan kriteria yaitu : daya tahan, perawatan, suku cadang, spesifikasi dan harga. Maka didapatkan generator

sinkron dengan standar mutu dan spesifikasi yang sesuai. Dari hasil pengolahan data menggunakan metode ANP didapatkan set alternatif pemilihan generator sinkron dengan masing-masing bobotnya adalah CUMMINS GFS-C30KW 41,6 %, HARTECH HT35Y 33,9 %, dan CATERPILLAR C2.2 24,5 %.

Kata kunci : Generator Sinkron, Kriteria, Alternatif, ANP.

PENDAHULUAN

Generator sinkron merupakan salah satu komponen utama dalam kapal yang sangat vital fungsinya. Generator di kapal merupakan sumber tenaga utama untuk memenuhi seluruh kebutuhan listrik sehingga harus bekerja secara efisien dan optimal. Pengoperasian dan perbaikan generator sinkron pada kapal mutlak dikuasai oleh taruna bagian mesin. Maka dari itu pemilihan peralatan dan komponen dari generator sebagai sarana pelatihan harus sesuai dengan standar yang ada di lapangan. Sebagai salah satu institusi pendidikan dalam bidang kemaritiman Universitas Maritim AMNI wajib menyediakan seluruh fasilitas penunjang yang mendukung peningkatan kemampuan taruna. Pemilihan generator sinkron yang tepat dan sesuai untuk praktek dapat meningkatkan kemampuan taruna sebagai bekal di saat harus melaksanakan PRAJA (Praktek Kerja Laut).

Dalam menentukan generator yang akan digunakan untuk pelatihan belum menggunakan suatu metode khusus. Maka penelitian ini menggunakan metode khusus untuk melakukan pemilihan generator sebagai peralatan penunjang dalam melaksanakan praktek pemesinan kapal. Dalam hal ini metode yang dipakai adalah *Analytical Network Process (ANP)*. Dengan menggunakan metode ini maka didapatkan pilihan alternatif generator sinkron terbaik sesuai dengan spesifikasi pada Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 70 Tahun 2013 (PM-70) dengan kriteria yang diinginkan oleh stakeholder. Dari kriteria dan alternatif yang generator sinkron tersebut disusun sistem pendukung keputusan berbasis ANP untuk rekomendasi dari generator sinkron yang dibutuhkan. Generator sinkron yang terpilih menggunakan metode ANP digunakan sebagai rekomendasi yang akan digunakan untuk praktek permesinan kapal.

METODE PENELITIAN

Generator Sinkron

Generator sinkron adalah alat bantu yang berguna untuk memenuhi kebutuhan listrik di atas kapal. Generator merupakan suatu sistem yang menghasilkan tenaga listrik dengan input (masukan) tenaga mekanik. Generator berfungsi merubah tenaga mekanik menjadi tenaga listrik. Prinsip kerjanya adalah bilamana rotor diputar maka belitan kawat dari generator akan memotong gaya-gaya magnet pada kutub magnet, sehingga terjadi perbedaan tegangan, dengan dasar inilah timbullah arus listrik, arus melalui kabel/kawat yang ke dua ujungnya dihubungkan dengan cincin geser. Pada cincin-cincin tersebut menggeser sikat-sikat, sebagai terminal penghubung keluar.

Generator sinkron pada kapal biasanya menggunakan generator sinkron terdiri dari 3 set generator dengan 2 buah generator utama dan satu generator sebagai cadangan. Generator ini bekerja menggunakan prinsip dari percobaan Faraday yaitu memutar magnet dalam kumparan atau sebaliknya, ketika magnet digerakkan dalam kumparan maka akan terjadi perubahan fluks gaya magnet (perubahan arah penyebaran medan magnet) di dalam kumparan dan menembus tegak lurus terhadap kumparan sehingga menimbulkan beda potensial antara ujung-ujung kumparan (yang menimbulkan listrik). Persyaratan utama untuk dapat menghasilkan listrik adalah ada perubahan fluks magnetik, jika tidak maka tidak akan muncul listrik. Cara mengubah fluks magnetik adalah dengan menggerakkan magnet di dalam kumparan atau sebaliknya dengan energi mekanik yang memutar turbin untuk menggerakkan magnet tersebut.

Apabila suatu konduktor digerakkan memotong medan magnet maka akan timbul beda tegangan di ujung-ujung konduktor tersebut. Tegangannya akan naik saat mendekati medan dan turun saat menjauhi. Sehingga listrik yang timbul dalam siklus : positif-nol-negatif-nol (AC). Generator DC membalik arah arus saat tegangan negatif, menggunakan mekanisme cincin-belah, sehingga hasilnya jadi siklus: positif-nolpositif-nol (DC].

Umumnya generator sinkron terdiri dari stator, rotor dan celah udara. Stator merupakan bagian dari generator sinkron yang diam dan rotor merupakan bagian yang berputar.

1.1. Prinsip Kerja Generator

Prinsip kerja dari generator sinkron pada kapal adalah :

- 1) Kumparan medan yang terdapat pada rotor dihubungkan pada sumber eksitasi tertentu yang akan mensuplai arus searah pada kumparan medan. Karena munculnya arus searah yang mengalir melalui kumparan medan maka akan timbul fluks yang besarnya terhadap satuan waktu adalah tetap.
- 2) Penggerak mula (*prime mover*) yang sudah terkopel pada rotor segera diperasikan sehingga rotor akan berputar pada kecepatan nominalnya. Berikut adalah rumus kecepatan putar rotor :

3)

$$n = \frac{120.f}{p} \quad (1)$$

Dimana n adalah kecepatan putar rotor (rpm), p adalah jumlah kutub rotor dan f adalah frekuensi (Hz).

- 4) Perputaran rotor tersebut sekaligus akan memutar medan magnet yang dihasilkan dari kumparan medan. Medan yang dihasilkan pada rotor akan diinduksikan pada kumparan jangkar sehingga pada kumparan medan di stator akan timbul fluks magnet yang berubah-ubah besarnya terhadap waktu. Timbulnya perubahan fluks magnetik yang melingkupi suatu kumparan akan menimbulkan ggl (gaya gerak listrik) induksi pada ujung-ujung kumparan tersebut, hal ini sesuai dengan rumus :

$$e = -N\omega\phi_{maks}\cos\omega t \quad (2)$$

$$\text{bila : } \omega = -N(2\pi f)\phi_{maks}\cos\omega t$$

$$\text{bila : } f = -N\left(2\pi\frac{np}{120}\right)\phi_{maks}\cos\omega t$$

$$E_{maks} = N\left(2.3,14\frac{np}{120}\right)\phi_{maks} \quad (3)$$

$$E_{eff} = \frac{4,44Npn\phi_{maks}}{120} \quad (4)$$

$$\text{bila : } C = \frac{4,44 Np}{120}$$

$$\text{maka : } E_{eff} = Cn\phi_{maks} \quad (5)$$

Dimana E_{eff} adalah ggl induksi (volt), N adalah jumlah belitan, C adalah konstanta, p adalah jumlah kutub, n adalah putaran dalam rpm, f merupakan frekuensi (Hz), dan Φ_{maks} adalah fluks magnet (weber).

Pada generator sinkron 3 fasa digunakan tiga kumparan jangkar yang ditempatkan di stator dan disusun dalam bentuk tertentu sehingga susunan kumparan jangkar tersebut akan membangkitkan tegangan induksi pada ketiga kumparan jangkar yang besarnya sama namun berbeda fasa 120° satu sama lainnya. Setelah itu kumparan jangkar ini siap untuk dijalankan guna menghasilkan energi listrik.

1.2. Jenis Generator Sinkron Yang Dipilih

Generator sinkron yang digunakan sebagai alat praktek pada laboratorium permesinan kapal harus sesuai dengan standar yang ada. Merujuk pada Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 70 Tahun 2013 (PM-70) tentang pendidikan pelatihan, sertifikasi serta dinas jaga pelaut spesifikasi generator yang dipilih harus sesuai dengan standar kapal laut. Generator tersebut terdiri dari dua generator utama dan satu generator cadangan dengan minimal kapasitas 25 kVA. Berdasarkan hal tersebut maka dipilih 3 buah generator sebagai alternatif pilihan yaitu :

- 1) CATERPILLAR C2.2
- 2) HARTECH HT35Y
- 3) CUMMINS GFS-C30KW

Ketiga generator tersebut memiliki spesifikasi yang sesuai dengan standar PM-70. Pemilihan generator ditentukan dengan menentukan kriteria apa saja yang digunakan sebagai pembanding. Kriteria tersebut adalah :

- 1) Durability merupakan kemampuan fisik suatu mesin untuk bekerja sesuai dengan fungsinya ketika dihadapkan dengan tantangan operasi normal selama masa desainnya. Daya tahan sangat dibutuhkan dalam pemilihan generator sinkron kapal untuk mendukung kegiatan praktek dibutuhkan peralatan yang dapat berfungsi normal untuk jangka panjang.
- 2) Maintenance merupakan serangkaian aktivitas untuk menjaga peralatan dalam kondisi siap pakai. Maintenance disini sangat penting dalam factor pemilihan generator sinkron dikarenakan generator pemakaian terus menerus dalam melaksanakan praktek.
- 3) Spare Part atau dapat disebut juga onderdil merupakan komponen yang dicadangkan sebagai penggantian komponen yang mengalami kerusakan. Kemudahan dalam mendapatkan suku cadang merupakan nilai lebih.
- 4) Spesifikasi, generator yang dipilih harus sesuai dengan standar PM-70 yaitu dengan batas minimum 25 kVA batas maksimum adalah 40 kVA .Spesifikasi pabrikan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Spesifikasi Generator

Spesifikasi	Generator		
	CATERPILLAR C2.2	HARTECH HT35Y	CUMMINS GFS- C30KW
KW	27	28	30
KVA	27	35	37.5
Frequency	50/60 Hz	50 Hz	50 Hz

- 5) Harga, merupakan nilai jual berdasarkan nominal uang dari suatu produk generator sinkron dari yang paling mahal sampai dengan yang paling murah.

Analytical Network Process (ANP)

Analytic Network Process (ANP) adalah teori matematis yang memiliki kemampuan dalam menganalisa pengaruh dengan pendekatan asumsi-asumsi untuk menyelesaikan bentuk permasalahan. ANP sebagai suatu pendekatan alternatif baru untuk studi kualitatif yang apat mengkombinasikan nilai-nilai intangible dan *judgement* subyektif dengan data-data statistik dan faktor-faktor tangible lainnya (Saaty, 2006). Metode ini digunakan dalam bentuk penyelesaian dengan pertimbangan atas penyesuaian kompleksitas masalah disertai adanya skala prioritas yang menghasilkan pengaruh prioritas terbesar.

ANP adalah generalisasi dari *Analytic Hierarchy Process* (AHP), dengan mempertimbangkan ketergantungan antara unsur-unsut dari hirarki.banyak masalah keputusan tidak dapat tersetruktur secara hirarkis karena mereka melibatkan interaksi dan ketergantungan unsur-unsur tingkat yang lebih tinggi dalam hirarki dielemen level yang lebih rendah (Saaty, 2008). Banyak proses pengambilan keputusan suatu persoalan tidak dapat disusun dalam bentuk hirarki karenan melibatkan interaksi dan ketergantungan elemen-elemen yang lebih tinggi tingkatannya kepada level elemen yang lebih rendah. Metode ANP memiliki kemampuan dalam memperbaiki kelemahan AHP dengan cara mengakomodasi keterkaitan antar kriteria atau alternatif. Komponen ANP terdiri dari hirarki kontrol, cluster, elemen, hubungan set elemen (*inner dependence*) dan keterkaitan antar elemen yang berbeda (*outer dependence*).

Langkah-langkah yang perlu dilakukan dalam permdelan ANP adalah :

- a. Mendefinisikan masalah dan menentukan kriteria dari solusi yang diinginkan.
- b. Menentukan pembobotan pada tiap komponen pandang manajerial. Pada tabel 2 adalah pedoman yang digunakan untuk pemberian nilai dalam perbandingan berpasangan. Pembobotan menggunakan skala kuantitatif 1 sampai dengan 9 untuk menilai perbandingan tingkat kepentingan suatu elemen terhadap elemen lainnya (Saaty, 2006).
- c. Selanjutnya membuat *Matrix Pairwise Comparison*. Matrix tersebut adalah perbandingan pengambil keputusan dengan menilai tingkat kepentingan suatu kriteria. Skala 1 sampai 9 digunakan untuk perbandingan berpasangan dalam mengukur kepentingan relatif dari satu kriteria dengan kriteria yang lain.

Tabel 2. Skala penilaian perbandingan berpasangan (Saaty, 2006)

Skala	Definisi	Penjelasan
1	Sama pentingnya	Dua elemen sama pentingnya, dua elemen mempunyai pengaruh sama besar
3	Agak lebih penting yang satu atas lainnya	Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen yang lainnya, pengalaman dan penilain sedikit menyokong satu elemen dibandingkan elemen yan lainnya
5	Cukup penting	Elemen yang satu lebih penting daripada yang lainnya, pengalaman dan penilaian sangat kuat menyokong satu elemen dibanding elemen lainnya
7	Sangat penting	Satu elemen jelas lebih mutlak penting daripada elemen lainnya, satu elemen yang kuat disokong dan dominan terlihat dalam praktek
9	Mutlak lebih penting	Satu elemen mutlak penting daripada elemen lainnya, bukti yang

		mendukung elemen yang satu terhadap elemen lain memiliki tingkat penegasan tertinggi yang mungkin menguatkan
2, 4, 6, 8	Nilai tengah diantara dua nilai keputusan yang berdekatan	Nilai-nilai antara dua nilai pertimbangan-pertimbangan yang berdekatan, nilai ini diberikan bila ada dua kompromi diantara 2 pilihan
Resiprokal dari skala diatas	Jika untuk aktifitas i mendapat satu angka dibanding dengan aktifitas j, maka j mempunyai nilai kebalikannya dibanding dengan i	

- d. Menentukan eigenvector dari matrix yang telah dibuat ada langkah ketiga. Eigenvector merupakan bobot prioritas matrix yang selanjutnya digunakan dalam penyusunan supermatrix.
- e. Menghitung consistency ratio yang menyatakan apakah penilaian yang diberikan konsisten atau tidak. Indeks konsistensi (*Consistency Index* – CI) suatu matrix perbandingan dihitung dengan rumus :

$$Consistency Index (CI) = (\lambda_{maks} - n) / (n-1) \quad (4)$$

$$Consistency Ratio (CR) = CI/RI \quad (5)$$

Suatu matrix comparison adalah konsisten bila nilai CR tidak lebih dari 10%. Apabila CR semakin mendekati kerangka nol berarti semakin baik nilainya dan menunjukkan kekonsistenan matrix comparison tersebut.

Tabel 3. Nilai Random Index (RI) (Saaty, 2006)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

Membuat supermatrix yang terdiri dari sub-sub matrix yang disusun dari suatu set hubungan dua level yang terdapat dalam model. Eigenvector yang diperoleh melalui pairwise comparison ditempatkan pada kolom supermatrix yang menunjukkan pengaruh dengan mempertimbangkan kriteria kontrol dari kriteria suatu komponen pada elemen tunggal dari komponen yang sama atau berbeda yang terdapat dibagian atas supermatrix. Yang terakhir adalah pemilihan matrix terbaik setelah mendapatkan nilai setiap elemen pada limit matrix, langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan terhadap nilai elemen-elemen tersebut sesuai dengan model ANP yang dibuat. Alternatif dengan prioritas global terbaik adalah alternatif yang terbaik.

Struktur Hierarhi ANP

Dari data yang didapatkan maka dapat disusun struktur hierarchi yang terdiri dari *goal* (tujuan), kriteria dan alternatif. *Goal* atau tujuan dari penelitian ini adalah Generator sinkron dengan kemampuan terbaik yang dipilih sesuai dengan kriteria dan alternatif yang telah ditentukan.

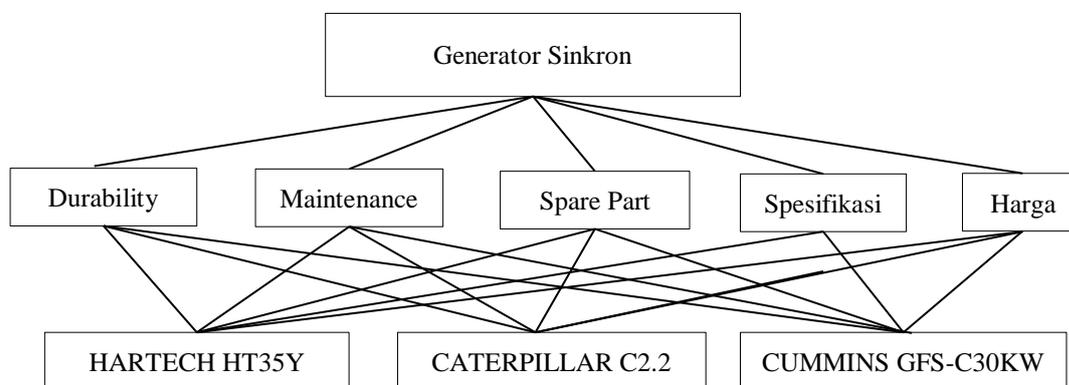
Berdasarkan ketentuan dari stakeholder dan data-data dari narasumber maka ditentukan beberapa kriteria generator sinkron yang dipilih sebagai berikut :

- 1) Durability
- 2) Maintenace
- 3) Spare Part
- 4) Spesifikasi
- 5) Harga

Berdasarkan data-data yang didapatkan maka alternatif generator sinkron yang sesuai dengan spesifikasi oleh stakeholder adalah sebagai berikut :

- 1) CATERPILLAR C2.2
- 2) HARTECH HT35Y
- 3) CUMMINS GFS-C30KW

Dari data-data tersebut maka disusun struktur hierarki ANP yang dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Struktur Hierarki ANP

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Pemilihan Generator Sinkron

Penelitian ini dilaksanakan di unit laboratorium Universitas Maritim AMNI Semarang. Dari penelitian yang dilaksanakan didapatkan beberapa data yang digunakan sebagai dasar pembobotan pada kriteria dan alternatif. Data tersebut didapatkan melalui wawancara dengan narasumber yang bekerja sebagai *Chief Engineer* pada kapal laut. Data tersebut dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Spesifikasi

Kriteria	Generator Sinkron		
	CATERPILLAR C2.2	HARTECH HT5Y	CUMMINS GFS-C30KW
Durability	High	Medium	Medium
Maintenance	High	Low	High
Spare Part	High	Low	Medium
Spesifikasi	High	Medium	High
Harga	High	Medium	High

Keterangan :

- 1) Durability tinggi dalam artian daya tahan berarti memiliki *durability* yang sangat bagus, untuk sedang berarti memiliki *durability* bagus dan untuk rendah berarti memiliki *durability* kurang bagus.
- 2) Maintenance tinggi dalam artian perawatan adalah tingkat perawatan berbiaya tinggi dan sulit, untuk sedang berarti tingkat perawatan cukup mudah dengan biaya menengah dan untuk rendah berarti tingkat perawatan berbiaya rendah dengan perawatan mudah.
- 3) Spare Part tinggi dalam artian suku cadang berarti sulit didapatkan dan berharga mahal, untuk sedang berarti cukup mudah didapatkan dengan harga menengah dan untuk rendah berarti mudah didapat dengan biaya murah.
- 4) Spesifikasi tinggi berarti memiliki karakteristik peralatan yang sangat bagus, untuk sedang berarti memiliki karakteristik peralatan yang bagus dan untuk rendah berarti memiliki karakteristik peralatan kurang bagus.
- 5) Harga, tinggi berarti barang tersebut berharga mahal, sedang berarti harganya menengah dan rendah berarti berharga murah.

Goal, Kriteria dan Alternatif Pemilihan Generator Sinkron

Penggunaan metode ANP adalah dengan mengurai permasalahan yang ada menjadi beberapa kriteria dan sub kriteria yang disusun dalam sebuah hirarki. Kriteria didapatkan dari data wawancara terhadap narasumber dan stakeholder yang bertanggung jawab pada Laboratorium Permesinan Kapal Universitas Maritim AMNI Semarang. Masing-masing kriteria dan sub kriteria diberi bobot dengan melakukan perbandingan berpasangan antar kriteria dan sub kriteria terhadap alternatif. Kombinasi dari tahapan tersebut dengan teori dari ANP akan menghasilkan nilai akhir untuk setiap alternatif. Alternatif dengan nilai terbesar pada akhir pengujian adalah alternatif terbaik. Gambar 2. merupakan hirarki yang digunakan pada penelitian ini.

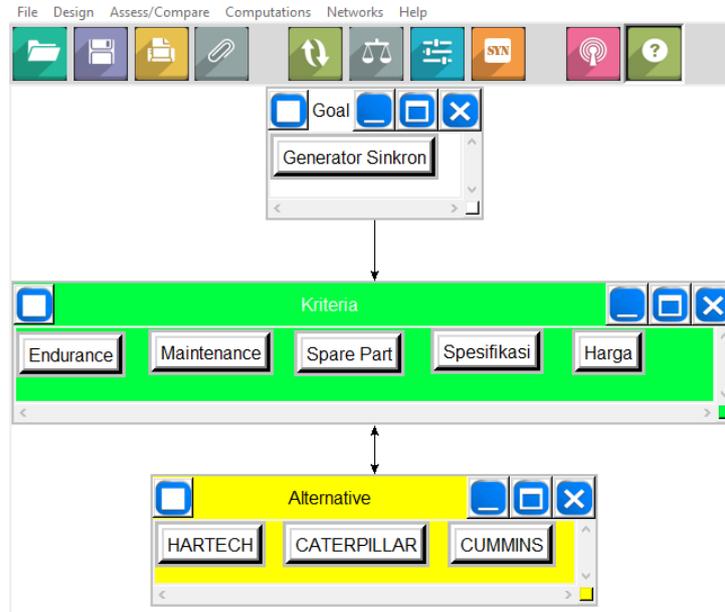
Hirarki dalam penelitian ini terdapat 3 level yaitu level 1, level 2, dan level 3. Dimana penjelasan untuk setiap levelnya adalah sebagai berikut :

- 1) *Level 1* adalah *goal* atau tujuan yang ingin dicapai, dimana tujuan dalam penelitian ini adalah menentukan rekomendasi generator sinkron terbaik untuk digunakan di Laboratorium Permesinan Kapal.
- 2) *Level 2* adalah kriteria yang mempengaruhi terhadap pemilihan generator sinkron yang didapatkan dari data narasumber dan stakeholder tentang kriteria yang diinginkan, yaitu :
 1. Pertimbangan Harga
 2. Kemudahan Spare Part
 3. Biaya Maintenance
 4. Kemampuan dan Durability
 5. Spesifikasi dari Generator sesuai dengan PM-70.
- 3) *Level 3*, merupakan alternatif pemilihan generator sinkron untuk laboratorium permesinan kapal, yaitu :
 1. CATERPILLAR C2.2
 2. HARTECH HT35Y
 3. CUMMINS GFS-C30KW

Perhitungan dengan metode ANP dilakukan menggunakan software *Expert Choice*
11. Langkah awal dari perhitungan menggunakan metode ANP adalah pembobotan pada tiap kriteria yang termasuk dalam hirarki pada *level 2*.

Pembobotan dan Perhitungan dengan ANP

Hasil sintesa dari perhitungan menggunakan metode ANP dengan bantuan software *Super Decision* dapat dilihat pada gambar 3, 4 dan 5.



Gambar 3. Diagram ANP pada Super Decision

1. Choose	2. Node comparisons with respect to CATERPILLAR	3. Results																																			
Node Cluster Choose Node CATERPILLAR Cluster: Alternative	Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct Comparisons wrt "CATERPILLAR" node in "Kriteria" cluster Endurance is 3 times more important than Harga	Normal Hybrid Inconsistency: 0.08611																																			
Choose Cluster Kriteria	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Inconsistency</th> <th>Harga</th> <th>Maintenanc-</th> <th>Spare Part-</th> <th>Spesifikas-</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Endurance -</td> <td>← 2</td> <td>← 3</td> <td>← 3</td> <td>← 3</td> </tr> <tr> <td>Harga -</td> <td></td> <td>← 3.0000</td> <td>← 2</td> <td>← 3.0000</td> </tr> <tr> <td>Maintenanc-</td> <td></td> <td></td> <td>↑ 4</td> <td>← 2</td> </tr> <tr> <td>Spare Part-</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>← 3</td> </tr> </tbody> </table>	Inconsistency	Harga	Maintenanc-	Spare Part-	Spesifikas-	Endurance -	← 2	← 3	← 3	← 3	Harga -		← 3.0000	← 2	← 3.0000	Maintenanc-			↑ 4	← 2	Spare Part-				← 3	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Endurance</td> <td>0.40619</td> </tr> <tr> <td>Harga</td> <td>0.23338</td> </tr> <tr> <td>Maintenan-</td> <td>0.09333</td> </tr> <tr> <td>Spare Part</td> <td>0.19317</td> </tr> <tr> <td>Spesifika-</td> <td>0.07393</td> </tr> </tbody> </table>	Endurance	0.40619	Harga	0.23338	Maintenan-	0.09333	Spare Part	0.19317	Spesifika-	0.07393
Inconsistency	Harga	Maintenanc-	Spare Part-	Spesifikas-																																	
Endurance -	← 2	← 3	← 3	← 3																																	
Harga -		← 3.0000	← 2	← 3.0000																																	
Maintenanc-			↑ 4	← 2																																	
Spare Part-				← 3																																	
Endurance	0.40619																																				
Harga	0.23338																																				
Maintenan-	0.09333																																				
Spare Part	0.19317																																				
Spesifika-	0.07393																																				

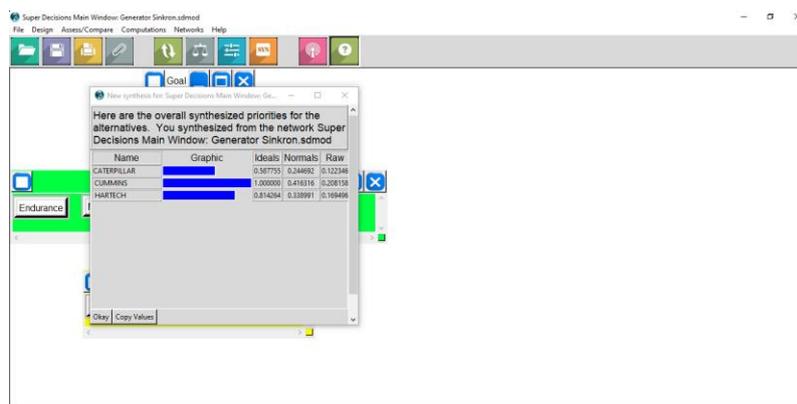
Gambar 4. Data CATERPILLAR C2.2

1. Choose	2. Node comparisons with respect to HARTECH	3. Results																																			
Node Cluster Choose Node HARTECH Cluster: Alternative	Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct Comparisons wrt "HARTECH" node in "Kriteria" cluster Endurance is 2 times more important than Spesifikasi	Normal Hybrid Inconsistency: 0.08490																																			
Choose Cluster Kriteria	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Inconsistency</th> <th>Harga</th> <th>Maintenanc-</th> <th>Spare Part-</th> <th>Spesifikas-</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Endurance -</td> <td>← 2</td> <td>← 3</td> <td>↑ 2</td> <td>← 2</td> </tr> <tr> <td>Harga -</td> <td></td> <td>↑ 3.0000</td> <td>↑ 2</td> <td>← 2</td> </tr> <tr> <td>Maintenanc-</td> <td></td> <td></td> <td>↑ 2</td> <td>← 3</td> </tr> <tr> <td>Spare Part-</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>← 3</td> </tr> </tbody> </table>	Inconsistency	Harga	Maintenanc-	Spare Part-	Spesifikas-	Endurance -	← 2	← 3	↑ 2	← 2	Harga -		↑ 3.0000	↑ 2	← 2	Maintenanc-			↑ 2	← 3	Spare Part-				← 3	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Endurance</td> <td>0.26792</td> </tr> <tr> <td>Harga</td> <td>0.12169</td> </tr> <tr> <td>Maintenan-</td> <td>0.19903</td> </tr> <tr> <td>Spare Part</td> <td>0.32683</td> </tr> <tr> <td>Spesifika-</td> <td>0.08453</td> </tr> </tbody> </table>	Endurance	0.26792	Harga	0.12169	Maintenan-	0.19903	Spare Part	0.32683	Spesifika-	0.08453
Inconsistency	Harga	Maintenanc-	Spare Part-	Spesifikas-																																	
Endurance -	← 2	← 3	↑ 2	← 2																																	
Harga -		↑ 3.0000	↑ 2	← 2																																	
Maintenanc-			↑ 2	← 3																																	
Spare Part-				← 3																																	
Endurance	0.26792																																				
Harga	0.12169																																				
Maintenan-	0.19903																																				
Spare Part	0.32683																																				
Spesifika-	0.08453																																				

Gambar 5. Data HARTECH HT5Y

1. Choose	2. Node comparisons with respect to CUMMINS	3. Results																																			
Node Cluster Choose Node CUMMINS Cluster: Alternative	Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct Comparisons wrt "CUMMINS" node in "Kriteria" cluster Harga is 3 times more important than Endurance	Normal Hybrid Inconsistency: 0.04398																																			
Choose Cluster Kriteria	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Inconsistency</th> <th>Harga</th> <th>Maintenanc-</th> <th>Spare Part-</th> <th>Spesifikas-</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Endurance -</td> <td>↑ 3.0000</td> <td>↑ 2</td> <td>↑ 4</td> <td>↑ 5</td> </tr> <tr> <td>Harga -</td> <td></td> <td>← 3.0000</td> <td>↑ 2</td> <td>← 2</td> </tr> <tr> <td>Maintenanc-</td> <td></td> <td></td> <td>↑ 5</td> <td>↑ 3.0000</td> </tr> <tr> <td>Spare Part-</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>← 2</td> </tr> </tbody> </table>	Inconsistency	Harga	Maintenanc-	Spare Part-	Spesifikas-	Endurance -	↑ 3.0000	↑ 2	↑ 4	↑ 5	Harga -		← 3.0000	↑ 2	← 2	Maintenanc-			↑ 5	↑ 3.0000	Spare Part-				← 2	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Endurance</td> <td>0.06339</td> </tr> <tr> <td>Harga</td> <td>0.25368</td> </tr> <tr> <td>Maintenan-</td> <td>0.08558</td> </tr> <tr> <td>Spare Part</td> <td>0.38462</td> </tr> <tr> <td>Spesifika-</td> <td>0.21273</td> </tr> </tbody> </table>	Endurance	0.06339	Harga	0.25368	Maintenan-	0.08558	Spare Part	0.38462	Spesifika-	0.21273
Inconsistency	Harga	Maintenanc-	Spare Part-	Spesifikas-																																	
Endurance -	↑ 3.0000	↑ 2	↑ 4	↑ 5																																	
Harga -		← 3.0000	↑ 2	← 2																																	
Maintenanc-			↑ 5	↑ 3.0000																																	
Spare Part-				← 2																																	
Endurance	0.06339																																				
Harga	0.25368																																				
Maintenan-	0.08558																																				
Spare Part	0.38462																																				
Spesifika-	0.21273																																				

Gambar 6. Data CUMMINS GFS-C30KW



Gambar 7. Point Akhir Perhitungan ANP

Prosentase dari perhitungan ANP dapat dilihat pada gambar 7. Maka berdasarkan perhitungan dari kriteria terhadap alternatif pemilihan generator sinkron pada laboratorium permesinan kapal didapatkan urutan prioritasnya adalah sebagai berikut:

1. CUMMINS GFS-C30KW dengan nilai 41,6 %
2. HARTECH HT35Y dengan nilai 33,9 %
3. CATERPILLAR C2.2 dengan nilai 24,5 %

Dari Hasil perhitungan dapat dilihat bahwa tingkat inkonsistensinya adalah 0,01 maka hasil dari perhitungan ini konsisten.

KESIMPULAN

- 1) Berdasarkan perhitungan dari kriteria terhadap alternatif pemilihan generator sinkron pada laboratorium permesinan kapal didapatkan urutan prioritas sebagai berikut : CUMMINS GFS-C30KW dengan nilai 41,6 % HARTECH HT35Y dengan nilai 33,9 %, dan CATERPILLAR C2.2 dengan nilai 24,5 %. Maka generator sinkron kapal yang direkomendasikan adalah HARTECH HT35Y.
- 2) Dari Hasil perhitungan dapat dilihat bahwa tingkat inkonsistensinya adalah 0,08 maka hasil dari perhitungan ini adalah konsisten.
- 3) ANP direkomendasikan sebagai alat untuk pemilihan generator sinkron terbaik sesuai kebutuhan dari penyelenggara praktek pada laboratorium permesinan kapal dengan menerapkan kriteria dan alternatif yang sesuai.
- 4) Penelitian ini jauh dari sempurna masih bisa dilakukan beberapa peningkatan, contohnya adalah dengan menambah jumlah kriteria, sub kriteria terhadap kriteria, dan alternatif.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Kepala Unit Laboratorium Permesinan Kapal Universitas Maritim AMNI Semarang Bapak Fatahillah, S.T., M. Mar. E., serta Bapak Prayit, M. Mar. E., dan Bapak Lilik Budiyanto, S.T., M.Mar.E., yang telah berkenan menjadi narasumber dan membantu dalam pengumpulan data untuk penelitian ini.

DAFTAR REFERENSI

Purba, Rolan Haris Ben Imanuel, Eko Sasmito Hadi, and Untung Budiarto. "Analisis Optimasi Penentuan Kapasitas Daya Generator Pada Kapal KM. Sinabung." *Jurnal Teknik Perkapalan* 3.2 (2015).

- Saaty, Thomas L. "*Decision making with the analytic hierarchy process.*" International journal of services sciences 1.1 (2008): 83-98.
- Lase, Elman Faeri. "*Pengendalian Tegangan Terminal Generator Sinkron Terhadap Perubahan Arus dan Faktor Daya Beban.*" (2013).
- Pratomo, Sunu Arsy (2019) *Efisiensi Penggunaan Energi Listrik Pada Gedung Dengan Metode Demand Side Manajement (DSM) Berbasis Analytical Hierarchy Process (AHP).* Masters thesis, Universitas Islam Sultan Agung.
- Republik Indonesia, Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM-70 Tahun 2013 tentang Pendidikan dan Pelatihan Sertifikasi Serta Dinas Jaga Pelaut.
- Syafei, W. A., K. Kusnadi, and B. Surarso. "Implementasi Metode Analytic Network Proses Untuk Penentuan Prioritas Penanganan Jalan Berdasarkan Tingkat Pelayanan Jalan." *Jurnal Sistem Informasi Bisnis* 6.2 (2016): 105.
- hartech.co.id. Diesel Generating Set. <https://www.hartech.co.id/post/berita/HT-35-Y.html>. Diakses 23 Juni 2020.
- cat.com. Generator Kapal Laut. https://www.cat.com/id_ID/products/new/power-systems/marine-power-systems/marine-generator-sets.html. Diakses 23 Juni 2020.
- yinhua.cn. Open Type Diesel Generator Sets. http://www.yihua.cn/productDetail_93.html. Diakses 23 Juni 2020.