

**PEMILIHAN ALTERNATIF PENGOLAHAN LIMBAH CAIR  
DOMESTIK DENGAN MENGGUNAKAN METODE  
DEPENDENCE AND DRIVING POWER (DDPA) DAN ANALYTIC  
NETWORK PROCESS (ANP) (STUDI KASUS: KOTA DEPOK)**

**ALTERNATIVE SELECTION OF WASTEWATER TREATMENT  
USING DEPENDENCE AND DRIVING POWER (DDPA) AND  
ANALYTIC NETWORK PROCESS (ANP) METHOD  
(CASE STUDY: DEPOK CITY)**

**\*<sup>1</sup>Wilma Nurrul Adzillah, <sup>2</sup>Emenda Sembiring, dan <sup>3</sup>Marisa Handajani**

Program Magister Studi Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung  
Jl. Ganesha no 10 40132

<sup>1</sup>wilma.adzillah@gmail.com, <sup>2</sup>endasembiring@yahoo.com, <sup>3</sup>m\_handajani@yahoo.com

**Abstrak:** Minimnya fasilitas sanitasi pada sebagian besar masyarakat di Kota Depok, menyebabkan pemerintah setempat berencana untuk membangun sistem pengolahan limbah cair domestik. Penelitian ini bermaksud untuk memberi masukan kepada pemerintah setempat mengenai sistem terbaik yang dapat diimplementasikan di Kota Depok, dengan mempertimbangkan beberapa kriteria dan sub kriteria yang saling berkaitan. Alternatif sistem yang akan dipilih pada penelitian ini adalah komunal dan kawasan. Metode Dependence-Driving Power Analysis (DDPA) digunakan untuk menjelaskan ketergantungan antar sub kriteria yang dikategorikan ke dalam kluster empat kuadran. Sedangkan metode multikriteria Analytic Network Process (ANP) digunakan untuk membantu membuat keputusan berdasarkan kriteria dan sub kriteria pendukung. Melalui kuesioner berpasangan (pairwise comparison) dapat diketahui hubungan inner dependence (keterkaitan dalam satu kriteria) dan hubungan outer dependence (keterkaitan antar kriteria). Hasil analisis awal dengan metode Dependence and Driving Power menunjukkan bahwa kriteria maupun sub kriteria teknis dianggap tidak terlalu penting. Responden lebih menitikberatkan pada masalah ekonomi, sosial, lingkungan, dan kelembagaan. Berdasarkan hasil analisis dengan metode ANP, kriteria yang dianggap paling penting adalah kriteria lingkungan, dengan mempertimbangkan dampak negatif yang ditimbulkan terhadap udara dan air. Alternatif pengolahan limbah cair domestik yang sesuai untuk Kota Depok berdasarkan sintesis prioritas alternatif adalah sistem kawasan dengan bobot 0,71 dari 1.

**Kata kunci:** Sistem Komunal, Sistem Kawasan, Kriteria, Dependence-Driving Power Analysis, Analytic Network Process

**Abstract:** The local government plans to build a domestic Waste Water Treatment System, because lack of sanitation facility in most of Depok areas. This study intends to suggest local government about the best alternative system to be implemented in Depok by considering some interrelated criteria and sub-criteria. The alternative systems to be selected in this research are communal and cluster. The Dependence-Driving Power Analysis method was used to describe the strength of dependence between sub-criteria that are categorized in four clusters. Whereas the Analytic Network Process (ANP) method was used to make decisions based on criteria and sub-criteria. Through pair questionnaire (pairwise comparison), the inner dependence relations and outer dependence relations could be known. First analysis by Dependence and Driving Power indicates that the technical criteria deemed to be insignificantly of importance. The respondents were more focused on economic, social environmental and institutional issues. According to the analysis result by the ANP method, the environmental aspect is considered as the most important criterion, as it considers the negative impact to air and water. Based on the analysis of synthesis priority alternative, the most significant wastewater system suitable for Depok is cluster system with score of 0.71 out of 1.

## **PENDAHULUAN**

Pertumbuhan yang cukup pesat dari permukiman perkotaan tidak hanya memberikan dampak positif tetapi juga memiliki dampak negatif. Salah satu dampak negatif tersebut adalah air limbah yang dapat memberikan ancaman terhadap ekosistem alam (Shahmoradi dan Isalou, 2013). Air limbah pada dasarnya merupakan air yang telah digunakan oleh masyarakat untuk kegiatan sehari-hari. Air ini mengandung berbagai zat kimia dan mikroba sehingga air limbah merupakan polusi yang dapat menimbulkan potensi bahaya bagi kesehatan dan lingkungan hidup. Penyakit saluran pencernaan seperti kolera, tifoid, disentri dan penyakit menular seperti hepatitis dapat menyebar melalui pembuangan air limbah yang tidak terkendali (Kumar dkk., 2010).

Selain rumah tangga, industri juga memiliki kontribusi terhadap terjadinya air limbah. Zat berbahaya yang digunakan dalam proses industri dapat lolos dan ini dapat membahayakan sistem air bersih. Walaupun alam memiliki kemampuan yang luar biasa untuk mengatasi jumlah tertentu dari suatu kontaminan, kita tetap dituntut untuk mencari suatu solusi yang dapat mengatasi air limbah yang dihasilkan oleh rumah tangga dan industri (Ravi dkk., 2010).

Daerah perkotaan di Indonesia memiliki kebutuhan untuk mengembangkan suatu aplikasi yang dapat memanfaatkan kembali air limbah sehingga dapat mengatasi kelangkaan air dan sumber air. Air limbah rumah tangga bisa menjadi sumber air alternatif yang dapat digunakan untuk berbagai kegiatan kecuali untuk penggunaan air minum, yang ditujukan kepada rumah tangga di daerah perkotaan (Hastuti dkk., 2011). Berbagai cara pengendalian pencemaran telah meningkat dengan adanya kemajuan dalam bidang ilmu pengetahuan. Dengan pemahaman yang lebih besar mengenai dampak air limbah terhadap lingkungan dan adanya metode analisis yang lebih canggih, maka solusi terbaik untuk pengelolaan air limbah dapat dilaksanakan (Mendonca dkk., 2011).

Kota Depok merupakan kota penyangga ibukota Jakarta yang pertumbuhan penduduknya meningkat secara signifikan. Dengan luas daerah 200,29 km<sup>2</sup>, di tahun 2012 penduduk di Kota Depok berjumlah 1,878,400 jiwa dengan rata-rata kepadatan penduduk 9,479 jiwa/km<sup>2</sup>. Profil jumlah penduduk dan kepadatan penduduk yang terus meningkat, berkorelasi signifikan terhadap jumlah air limbah yang dihasilkan dan potensi pencemaran yang diakibatkan.

Kota Depok merupakan kota yang pertumbuhan penduduknya meningkat secara signifikan. Pertumbuhan penduduk yang terus meningkat, berkorelasi terhadap jumlah air limbah yang dihasilkan dan potensi pencemaran yang diakibatkan. Meningkatnya kepadatan dan jumlah penduduk mengakibatkan meningkatnya produksi air limbah dari kawasan residensial maupun komersial. Tanpa sistem pengolahan yang tepat dan memadai, pencemaran akibat air limbah domestik memperburuk sanitasi lingkungan. Sanitasi yang buruk berakibat kepada produktivitas masyarakat, terutama menurunnya kualitas sumber air serta tingkat kesehatan masyarakat. Pemakaian septik tank sebagai sistem pengolahan limbah domestik berpotensi terhadap pencemaran air tanah, yang saat ini merupakan sumber air bersih bagi 88,7% penduduk kota Depok.

Sampai saat ini, Kota Depok belum memiliki pelayanan pengelolaan air limbah, baik skala komunal maupun sistem terpusat skala kawasan. Pada tahun 2011, 93,79% KK di kota Depok telah memiliki fasilitas jamban, namun baru 88,66% KK yang memiliki fasilitas septik tank. Diperkirakan separuh dari fasilitas septik tank yang tersedia tidak memenuhi aspek teknis (tidak kedap dan tidak dilakukan pengurasan lebih dari 10 tahun). Kondisi ini terutama terjadi di kawasan kumuh dan permukiman swadaya.

Dengan belum terbangunnya jaringan pengolahan limbah cair domestik sistem terpusat di kawasan perkotaan dan pengolahan air limbah cair domestik menggunakan septik tank yang tidak sesuai dengan standar mengakibatkan akumulasi limbah yang mengakibatkan pencemaran pada tanah, air tanah dan air permukaan. Dalam rangka melindungi fungsi lingkungan hidup maka perlu pengaturan pengolahan air limbah domestik secara baik dan benar.

Menurut Wilderer dan Schreff, 2000 dalam Hophmayer,-, pengelolaan air limbah yang

memadai sangat penting bagi kesehatan manusia dan pembangunan ekonomi, hal ini menimbulkan tantangan besar bagi banyak negara di seluruh dunia. Sedangkan di negara-negara industri kontrol terhadap air dan air limbah telah mencapai standar yang cukup tinggi, di negara berkembang beberapa masalah sehubungan dengan manajemen penyediaan air dan pengelolaan air limbah masih terlihat jelas.

Penelitian ini bermaksud untuk memberikan masukan kepada pemerintah setempat mengenai pengambilan keputusan dalam menentukan alternatif sistem Pengolahan Limbah Cair Domestik yang dapat diaplikasikan di Kota Depok. Sedangkan tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan kriteria dan mengidentifikasi sub kriteria yang mempengaruhi pengambilan keputusan pemilihan alternative sistem pengolahan limbah cair domestik, menganalisis hubungan keterkaitan antar kriteria dan sub kriteria serta membangun model jaringan ANP serta menganalisis prioritas alternatif pengolahan limbah cair domestik dengan menggunakan ANP.

## METODOLOGI PENELITIAN

Pada tahap awal ditentukan zona penyebaran kuesioner berdasarkan beberapa kriteria antara lain: tingkat kejadian diare tinggi, kepadatan penduduk, beban pencemaran dan sumber air bersih yang digunakan masyarakat. Data dari kriteria di atas diperoleh dari Master Plan dan DED Air Limbah Kota Depok 2013. Kecamatan yang terpilih untuk menjadi zona studi antara lain: Kec. Cimanggis, Kec. Sukmajaya, Kec. Tapos dan Kec Cipayung. Kemudian pengumpulan data primer diperoleh dari penyebaran kuesioner dengan dua tahap penyebaran, kuesioner awal bertujuan untuk mengidentifikasi sub kriteria dan mengetahui tingkat ketergantungan antar kriteria. Sedangkan kuesioner kedua bertujuan untuk menentukan kriteria dan sub kriteria prioritas, juga mengetahui pemilihan alternatif sistem pengolahan. Responden terdiri atas beberapa *stakeholder* antara lain masyarakat dalam zona studi, akademisi, institusi pemerintah dan lembaga swadaya masyarakat (LSM) pemerhati lingkungan. Sampel responden untuk kuesioner awal berjumlah 45 orang, dan sampel untuk kuesioner lanjutan 130 orang. Data sekunder diperlukan untuk mendukung data primer, data tersebut diperoleh dari instansi terkait antara lain: BAPPEDA Depok, BPS, dan studi literatur dari berbagai sumber.

Pada penelitian ini terdapat dua alternatif sistem pembangunan pengolahan limbah cair domestik yaitu Sistem Komunal dan Sistem Kawasan. Pemilihan sistem yang sesuai untuk diterapkan di Kota Depok ditinjau dari beberapa kriteria/aspek, antara lain teknis, sosial, ekonomi, lingkungan dan kelembagaan. **Tabel 1** memperlihatkan kriteria dan subkriteria yang digunakan pada penelitian ini berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya.

**Tabel 1.** Kriteria dan sub kriteria yang digunakan pada penelitian

KRITERIA	SUB KRITERIA	PENELITI
Teknis	Lokasi bebas banjir	Mirah, 2014
	Jarak dari IPAL ke daerah layanan	Mirah, 2014
	Ketersediaan Badan Air Penerima	Mirah, 2014
	Tata guna lahan	Saleh, dkk, 2012
	Kemiringan Lereng	Mirah, 2014
	Jalan	Saleh, dkk, 2012
Sosial	Jumlah penyerapan tenaga kerja dan lapangan usaha yang ditimbulkan maksimal	Mirah, 2014
	Minimal dalam menimbulkan potensi konflik antara masyarakat & teknologi	Mirah, 2014
	Kesiapan SDM dalam mengoperasikan IPAL	Mirah, 2014
	Kesesuaian dengan budaya setempat	Safitri, 2014
Ekonomi	Nilai investasi minimal	Mirah, 2014
	Nilai operasional minimal	Mirah, 2014
	Biaya perawatan minimal	Mirah, 2014
Lingkungan	Memiliki nilai estetika yang baik	Mirah, 2014

KRITERIA	SUB KRITERIA	PENELITI
	Penggunaan area tidak terlalu besar	
	Minimal dalam menimbulkan pencemaran udara (bau)	Mirah, 2014
	Minimal dalam menimbulkan pencemaran air tanah	Mirah, 2014
Kelembagaan	Terdapat badan hukum/institusi yang bertanggung jawab	Safitri, 2014
	Ketersediaan SDM yang akan mengelola IPAL	Safitri, 2014
	Peraturan	Safitri, 2014

### **Dependence and Driving Power Analysis (DDPA)**

Dalam menentukan hubungan keterkaitan antar kriteria dalam satu kelompok (*inner dependence*) atau antar kelompok (*outer dependence*) diperoleh melalui penyebaran kuesioner Keterkaitan Antar Kriteria terhadap adanya ketergantungan diantara sub kriteria.

Metoda *Dependence Driving Power Analysis* digunakan untuk menjelaskan seberapa besar pengaruh ketergantungan sub kriteria yang kemudian dikategorikan kedalam 4 sektor domain (Tseng, dkk, 2011), yaitu:

- Kuadran I : *Autonomous Cluster (weak dependence – weak driving)*
- Kuadran II : *Dependen Cluster (strong dependence – weak driving)*
- Kuadran III : *Linkage Cluster (strong dependence – strong driving)*
- Kuadran IV : *Independen Cluster (weak dependence – strong driving)*

Sub kriteria yang menempati kuadran IV akan dianalisis lebih lanjut dengan metoda ANP, karena sub kriteria yang terdapat dalam kuadran ini memiliki kekuatan penggerak yang besar dan ketergantungan yang tinggi terhadap sub kriteria yang lain.

### **Analytic Network Process (ANP)**

Sub kriteria yang terdapat pada kuadran III selanjutnya dibuat model jaringan ANP dengan bantuan perangkat lunak *Superdecision* versi 2.2.6. Susunan pertanyaan dibuat berdasarkan model jaringan tersebut. Kuesioner lanjutan adalah jenis kuesioner perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*) dengan memberikan tingkat kepentingan dengan menggunakan skala Saaty 1- 9.

**Tabel 2.** Skala Saaty (Saaty, 1988)

Tingkat Kepentingan	Definisi
1	Elemen yang sama pentingnya dibanding dengan elemen yang lain ( <i>Equal importance</i> )
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen yg lain ( <i>weak importance of one over another importance</i> )
5	Elemen yang satu jelas lebih penting daripada elemen lain ( <i>Essential or Strong importance</i> )
7	Elemen yang satu sangat jelas lebih penting daripada elemen yg lain ( <i>Very strong or Demonstrated importance</i> )
9	Elemen yang satu mutlak lebih penting dari elemen yang lain ( <i>Absolute importance</i> )
2, 4, 6, 8	Apabila ragu-ragu antara dua nilai ruang berdekatan ( <i>grey area</i> )
Kebalikan	Bila aktivitas <i>i</i> mendapat satu angka terhadap aktivitas <i>j</i> , maka <i>j</i> mempunyai nilai kebalikannya bila dibandingkan dengan <i>i</i>

### **Perhitungan Bobot Prioritas**

Pembobotan kriteria pada metode ANP dilakukan dengan menggunakan matriks perbandingan berpasangan. Nilai-nilai pada matriks perbandingan berpasangan tersebut didapat dari kuesioner yang diberikan pada responden (Setiawati, 2014), susunan matriks dapat dilihat pada **Gambar 1**.

	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	...	A <sub>n</sub>
A <sub>1</sub>	a <sub>11</sub>	a <sub>12</sub>		a <sub>1n</sub>
A <sub>2</sub>	a <sub>21</sub>	a <sub>22</sub>		a <sub>2n</sub>
...				
A <sub>m</sub>	a <sub>m1</sub>	a <sub>m2</sub>		a <sub>mm</sub>

**Gambar 1.** Matriks perbandingan berpasangan (Saaty, 1999)

Nilai a<sub>11</sub> adalah nilai perbandingan elemen A<sub>1</sub> (baris) terhadap A<sub>1</sub> (kolom) yang menyatakan hubungan:

- Seberapa jauh tingkat kepentingan A<sub>1</sub> (baris) pada suatu kriteria dibandingkan dengan A<sub>1</sub> (kolom) atau
- Seberapa jauh dominasi A<sub>1</sub> (baris) terhadap A<sub>1</sub> (kolom) atau
- Seberapa banyak sifat kriteria terdapat pada A<sub>1</sub> (baris) dibandingkan dengan A<sub>1</sub> (kolom).

Jawaban yang diberikan oleh responden dibuat rata-rata dengan menggunakan metode rata-rata geometri, yang secara matematis ditulis sebagai berikut:

$$r_{ij} = (a_1 \times a_2 \times a_3 \times \dots \times a_n)^{\frac{1}{n}} \dots \dots \dots \text{(Persamaan 1)}$$

dimana:

r<sub>ij</sub> : nilai perbandingan rata-rata nilai i dengan j untuk n partisipan

a<sub>i</sub> : nilai perbandingan pada kuesioner dengan i = 1, 2, ..., n

n : jumlah responden

Sebelum menghitung rata-rata geometri, nilai dalam matriks dikonversi terlebih dahulu sehingga menjadi bentuk data individu yang baru, seperti pada **Tabel 3**.

**Tabel 3.** Konversi Nilai (Susangka, 2010)

Nilai awal	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1	2	3	4	5	6	7
Nilai Konversi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Hasil perhitungan rata-rata geometri kemudian diubah kembali ke nilai awal. Nilai inilah yang akan digunakan dalam perhitungan selanjutnya dan yang akan dimasukkan ke dalam *Superdecisions software*.

**Perhitungan Rasio Konsistensi (Consistency Ratio)**

Konsistensi merupakan hal yang penting dalam pengambilan keputusan. Pada metode ANP konsistensi menyeluruh dari berbagai pertimbangan pengambil keputusan diukur melalui rasio konsistensi, seperti yang dapat dilihat pada **persamaan 2** (Saaty, 1988) di bawah ini:

$$CR = \frac{CI}{RI} \dots \dots \dots \text{(Persamaan 2)}$$

dimana:

CR = Consistency Ratio

CI = Consistency Index

RI = Random Index

**Tabel 4.** Random Index Rata-Rata (Saaty, 1988)

<b>N</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>RI</b>	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Jika nilai CR < 10% atau lebih kecil dari 0,1 maka jawaban dapat diterima karena berada dalam batas konsisten. Jika rasio konsistensi lebih besar dari 0,1 maka hal ini mengindikasikan bahwa pertimbangan yang diberikan mungkin agak acak dan perlu diperbaiki (Setiawati, 2014).

### **Pengolahan Data dengan *Superdecisions Software***

Hasil pengolahan data dengan perangkat lunak *Superdecision* berupa supermatriks. Terdapat 3 jenis supermatriks, antara lain:

1. Supermatriks tidak tertimbang (*Unweighted Supermatrix*)  
Supermatriks Tidak Tertimbang dibuat berdasarkan perbandingan berpasangan antar kelompok/kriteria/alternatif, dengan cara memasukkan nilai prioritas (*eigen vector*) ke dalam matriks yang sesuai dengan selnya.
2. Supermatriks tertimbang (*Weighted Supermatrix*)  
Supermatriks Tertimbang diperoleh dengan cara nilai pada Matriks Kelompok digunakan untuk memberi bobot Supermatriks Tidak Tertimbang. Cara untuk memberi bobot tersebut adalah dengan mengalikan nilai di sel Matriks Kelompok dengan nilai di setiap sel Supermatriks Tidak Tertimbang yang sesuai.
3. Supermatriks Limit (*Limit Supermatrix*)  
Supermatriks Limit didapatkan dengan menaikkan Supermatriks Tertimbang sampai batasnya dengan cara mengalikan dirinya sendiri. Ketika nilai prioritas pada setiap kolom sama, maka Supermatriks Limit sudah didapatkan (Saaty, 1999).

Sedangkan untuk menentukan pemilihan alternatif menggunakan Sintesis Prioritas Alternatif yang juga terdapat di dalam *Superdecisions Software*.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Identifikasi Hubungan Ketergantungan Antar Kriteria**

Terdapat hasil olahan dari beberapa kelompok responden yaitu kelompok akademisi, masyarakat, NGO dan pemerintah. Total responden (N) adalah 51 sehingga nilai  $Q (N/2) \approx 26$  yang berarti nilai sub kriteria lebih dari atau sama dengan Q dianggap memiliki keterkaitan. Terdapat 39 *Inner Dependence* dan 88 *Outer Dependence*.

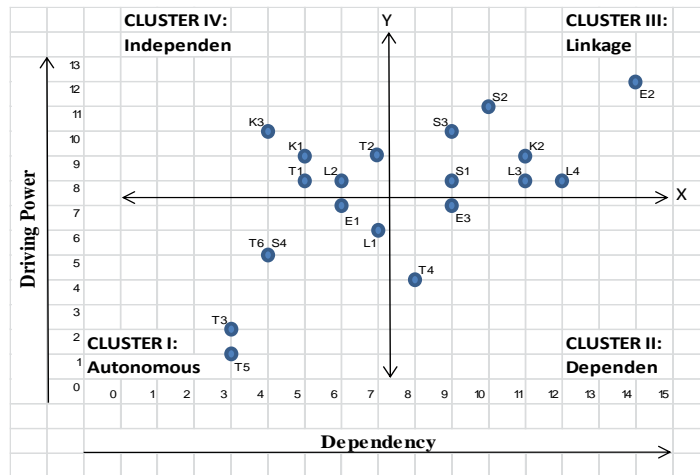
Seperti dapat dilihat cukup jelas dari **Gambar 2**, terdapat satu sub kriteria yang memiliki ketergantungan dan kekuatan penggerak tertinggi, yaitu sub kriteria **Nilai operasional minimal (E2)** pada kuadran III dengan titik koordinat x,y (14, 12). Sub kriteria lain yang menempati kuadran ini adalah Jumlah penyerapan tenaga kerja dan lapangan usaha yang ditimbulkan maksimal (S1), Minimal dalam menimbulkan potensi konflik antara masyarakat & teknologi (S2), Kesiapan SDM dalam mengoperasikan IPAL (S3), Minimal dalam menimbulkan pencemaran udara (L3), Minimal dalam menimbulkan pencemaran air (L4), dan Ketersediaan SDM yang akan mengelola IPAL (K2). Elemen-elemen yang terdapat pada kuadran III ini selanjutnya dikaji dan digunakan sebagai dasar penyusunan kuesioner perbandingan berpasangan berdasarkan metoda *Analytical Network Process (ANP)*.

Sedangkan sub kriteria yang paling tidak berpengaruh karena memiliki sifat ketergantungan dan kekuatan penggerak lemah menempati kuadran I, sub kriteria tersebut antara lain Ketersediaan Badan Air Penerima (T3), Kemiringan Lereng (T5), Jalan (akses ke lokasi) (T6), Kesesuaian dengan budaya setempat (S4), Nilai investasi minimal (E1), dan Memiliki nilai estetika yang baik (L1).

Kesimpulan dari analisa *Dependence and Driving Power (DDPA)* ini bahwa kriteria maupun sub kriteria Teknis dianggap tidak terlalu penting atau pun berpengaruh dalam pertimbangan Pembangunan Pengolahan Limbah Cair Domestik di Kota Depok, berdasarkan pendapat keempat kelompok responden. Para responden lebih menitikberatkan pada masalah ekonomi sosial dan lingkungan, juga kelembagaan (Ketersediaan SDM). Menurut mereka kriteria ekonomi **Nilai operasional minimal** adalah hal pertama yang menjadi bahan pertimbangan, karena bisa jadi berhubungan dengan biaya yang akan dikeluarkan (berupa retribusi) oleh masyarakat selaku pihak yang terlayani. Mungkin juga menjadi bahan pertimbangan institusi

terkait untuk mengeluarkan subsidi untuk modal awal atau biaya selama pengolahan limbah beroperasi.

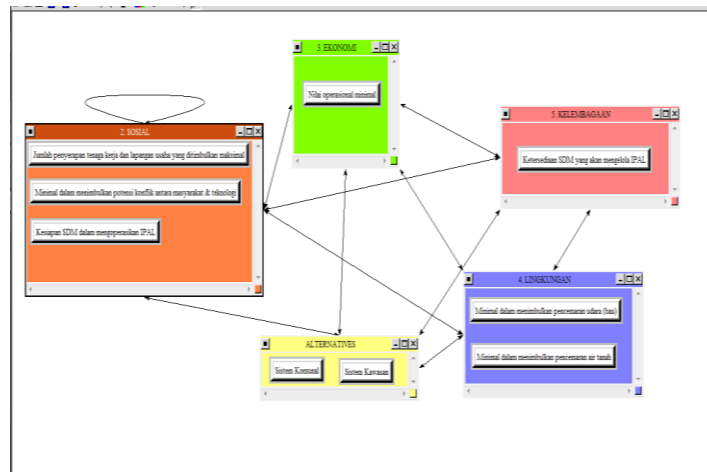
Hal lain yang menjadi pertimbangan utama adalah masalah sosial, pengolahan limbah yang akan dibangun harus dapat diterima oleh masyarakat (S2) agar tidak terjadi konflik terutama dengan masyarakat yang tinggal di daerah dekat lokasi pengolahan limbah cair domestik. Juga sebaiknya dapat menimbulkan lapangan usaha bagi masyarakat Kota Depok atau masyarakat sekitar lokasi. Dengan timbulnya lapangan usaha ataupun penyerapan tenaga kerja, diharapkan pembangunan pengolahan limbah akan meminimalisir konflik dengan masyarakat dan keberadaannya akan lebih diterima.



Gambar 2. Klaster Sub Kriteria Berdasarkan *Dependence and Driving Power*

### Konstruksi Model Jaringan Hasil Analisis DDPA

Penyusunan model jaringan didasarkan pada hasil analisis DDPA yaitu sub kriteria yang menempati kuadran III (*Linkage*). Konstruksi Model Jaringan Hasil Analisis DDPA dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Konstruksi Model Jaringan Hasil Analisis DDPA

### Penilaian Bobot Kriteria

Jawaban dari keseluruhan responden kemudian dibuat rata-rata dengan menggunakan metoda rata-rata geometri sehingga dihasilkan satu jawaban. Nilai CR pada total responden sangat kecil yaitu 0,01, berarti bahwa jawaban pada kuesioner sangat konsisten. Hal ini dapat dilihat dari bobot prioritas, aspek dengan bobot tertinggi adalah aspek lingkungan dengan bobot 2,27,

kemudian diikuti dengan aspek sosial (bobot 0,89), kelembagaan (bobot 0,54) dan aspek ekonomi (0,29).

### Penilaian Bobot Sub Kriteria dan Alternatif

Penilaian bobot sub kriteria dan alternatif diperoleh dari Supermatriks Limit, selanjutnya melakukan normalisasi berdasarkan kelompok/kriteria (*Normalized by cluster*). Sehingga total bobot prioritas pada masing-masing kelompok berjumlah satu. Bobot prioritas tersebut dapat dilihat pada **Tabel 5**.

**Tabel 5.** Bobot Prioritas Sub Kriteria dan Alternatif

Kriteria (Cluster)	Sub Kriteria	Normalized by Cluster	Limiting
Sosial	Jumlah penyerapan tenaga kerja dan lapangan usaha yang ditimbulkan maksimal	0,12	0,03
	Kesiapan SDM dalam mengoperasikan IPAL	0,45	0,13
	Minimal dalam menimbulkan konflik antara masyarakat dan teknologi	0,43	0,12
Ekonomi	Nilai operasional minimal	1,00	0,10
Lingkungan	Minimal dalam menimbulkan pencemaran udara (bau)	0,38	0,14
	Minimal dalam menimbulkan pencemaran air	0,62	0,22
Kelembagaan	Ketersediaan SDM yang akan mengelola IPAL	1,00	0,07
Alternatif	Sistem Komunal	0,47	0,08
	Sistem Kawasan	0,53	0,09

### Penentuan Peringkat (*Ranking*) Sub Kriteria

Penentuan ranking kriteria dilakukan dengan melakukan normalisasi nilai prioritas limit, dengan tidak mengikutsertakan Kelompok *Alternatives* dalam perhitungan. Hasil normalisasi dapat dilihat pada **Tabel 6**.

**Tabel 6.** Peringkat Sub Kriteria

Kriteria (Cluster)	Sub Kriteria	Limiting	Normalized	Rank
Sosial (0,35)	Jumlah penyerapan tenaga kerja dan lapangan usaha yang ditimbulkan maksimal	0,03	0,04	7
	Kesiapan SDM dalam mengoperasikan IPAL	0,13	0,16	3
	Minimal dalam menimbulkan konflik antara masyarakat dan teknologi	0,120	0,15	4
Ekonomi (0,13)	Nilai operasional minimal	0,11	0,13	5
Lingkungan (0,44)	Minimal dalam menimbulkan pencemaran udara (bau)	0,14	0,17	2
	Minimal dalam menimbulkan pencemaran air	0,22	0,27	1
Kelembagaan (0,08)	Ketersediaan SDM yang akan mengelola IPAL	0,06	0,08	6



Terlihat pada tabel diatas bahwa sub kriteria Minimal dalam menimbulkan pencemaran air (L4) merupakan prioritas utama dan Minimal dalam menimbulkan pencemaran udara (L3) merupakan prioritas kedua dalam kajian pembangunan pengolahan limbah cair domestik.

### Sintesis Prioritas Alternatif Pengolahan Limbah Cair Domestik

Penentuan prioritas alternatif sistem pengolahan limbah cair dari keseluruhan responden diperoleh dari pengolahan data menggunakan perangkat lunak *Superdecisions*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Gambar 4**.

Name	Graphic	Ideals	Normals	Raw
Sistem Kawasan	<div style="width: 100%; background-color: blue;"></div>	1.000000	0.705901	0.128519
Sistem Komunal	<div style="width: 41.6629%; background-color: blue;"></div>	0.416629	0.294099	0.053545

**Gambar 4.** Prioritas Alternatif Pengolahan Limbah Cair Domestik Keseluruhan Responden

## KESIMPULAN

### Kesimpulan

Dalam pengambilan keputusan terdapat lima kriteria utama dan 21 sub kriteria yang memiliki hubungan keterkaitan. Hubungan keterkaitan tersebut terdiri atas 39 hubungan dalam kriteria (*inner dependence*) dan 88 hubungan antar kriteria (*outer dependence*). Model jaringan dibangun berdasarkan kedua jenis hubungan tersebut dan *feedback* antara *alternatives* dengan sub kriteria. Sub kriteria dikelompokkan ke dalam klaster empat kuadran berdasarkan *driving-power* dan *dependency* (analisis DDPA). Sub kriteria yang menempati kuadran IV (*independent*) antara lain Lokasi bebas banjir (T1), Jarak dari IPAL ke daerah layanan (T2), Penggunaan area tidak terlalu besar (L2), Terdapat badan hukum/institusi yang bertanggung jawab (K1), dan Peraturan (K3).

Penyusunan kuesioner perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*) didasarkan pada hasil model jaringan ANP. Nilai prioritas yang dipertimbangkan dalam pengambilan keputusan dihitung dengan menggunakan metoda *matrix* dan *priority vector* (bobot prioritas). Urutan keempat kriteria tersebut adalah aspek lingkungan dengan bobot 2,27, kemudian diikuti dengan aspek sosial (bobot 0,89), aspek kelembagaan (bobot 0,54) dan aspek ekonomi (0,29). Peringkat (*ranking*) sub kriteria menghitung normalisasi dari tabel limit matriks tanpa mengikutsertakan *alternatives*. Urutan peringkat tersebut adalah Minimal dalam menimbulkan pencemaran air (L4), Minimal dalam menimbulkan pencemaran udara (bau) (L3), Kesiapan SDM dalam mengoperasikan IPAL (S2), Minimal dalam menimbulkan konflik antara masyarakat dan teknologi (S4), Nilai operasional minimal (E2), Ketersediaan SDM yang akan mengelola IPAL (K3), Jumlah penyerapan tenaga kerja dan lapangan usaha yang ditimbulkan maksimal (S1).

Pemilihan sistem pengolahan limbah cair yang cocok untuk Kota Depok diperoleh dari Sistesis Prioritas Alternatif. Hasil dari pengolahan data tersebut, responden lebih menitikberatkan pada Sistem Kawasan dengan bobot 0,71, sedangkan bobot untuk Sistem Komunal 0,29.

## DAFTAR PUSTAKA

Hastuti, E., I.Medawatydan R. Pamekas. 2011.Application of domestic wastewater treatment using fixedbed biofilm and membran bioreactor for water reuse in urbanhousing area. *Journal of Applied Sciences in Environmental Sanitation*, **6** (3): 367-376.

- Kumar, K. S., P. S. Kumar dan M. J. R. Babu. 2010. Performance evaluation of waste water treatment plant. *International Journal of Engineering Science and Technology*, **2**(12), 7785-7796.
- Hophmayer, S., Tokich. -. Waste Water Management Strategy: Centralized v. Decentralized Technologies for Small Communities. *The Center for Clean Technology and Environmental Policy, University of Twente. The Netherlands*.
- Mendonça, E., A.Picado, M. A. Cunhadan J.Catarino. 2011. Environmental Management of Wastewater Treatment Plants – the Added Value of the Ecotoxicological Approach.
- Mirah, Ayu. 2013. Analisis Multikriteria Dalam Menentukan Lokasi IPLT Dengan Pendekatan Geographic Information System (GIS) dan Analytical Hierarchy Process (AHP) (Studi Kasus: Kabupaten Bogor). Institut Teknologi Bandung.
- Ravi, P., L. B. Pintodan R.K., Somashekar. 2010. Assessment of the efficiency of sewage treatment plants: a comparative study between nagasandra and mailasandra sewage treatment plants. *Kathmandu University Journal Of Science, Engineering And Technology*, **6** (II), 115-125.
- Saaty, L.T. 1988. Multicriteria Decision Making The Analytic Hierarchy Process. *University Of Pittsburgh, USA*.
- Saaty, L.T. 1999. Fundamentals Of The Analytic Network Process. *University Of Pittsburgh, USA*.
- Safitri, D. 2012. Multikriteria Terhadap Pemilihan Alternatif Pengolahan Sampah Organik dengan Menggunakan Metode *Analytical Network Process* (Studi Kasus: Kota Sungai Penuh – Jambi). Program Studi Magister Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan Institut Teknologi Bandung.
- Setiawati, E. 2014. Identifikasi Faktor-Faktor Keberlanjutan Penyediaan Sarana dan Prasarana Air Limbah Rumah Tangga Dengan Menggunakan Metode SEM dan AHP (Studi Kasus di Kecamatan Setiabudi dan Tebet, Jakarta Selatan). Disertasi Program Doktor Program Studi Teknik Lingkungan. Institut Teknologi Bandung.
- Shahmoradi, B. dan A. A. Isalou. 2013. Site selection for wastewater treatment plant using integrated fuzzy logic and multicriteria decision model: a case study in Kahak, Iran. *J Adv Environ Health Res*, **1** (1), 51 – 61.
- Susangka, A. 2010. Analisis Multikriteria Pemilihan Teknologi Pengomposan sampah Skala Kota dengan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP). Program Studi Teknik Lingkungan. Institut Teknologi Bandung.
- Tseng, M. L., Lin, Y. H. 2011. Modeling a Hierarchical Structure of Municipal Solid Waste Management Using Interpretive Structural Modeling. *Journal of WSEAS Transactions on Environment and Development*. Taiwan