

TA/TL/2025/2015



JURUSAN
TEKNIK LINGKUNGAN

TUGAS AKHIR

Kajian Pemilihan Teknologi Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Setempat (SPALD-S) di Daerah Pesisir Kabupaten Demak Menggunakan Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

Hilbram Nabil

21513139

Dosen Pembimbing:

Dr.Eng.Ir.Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng.

Program Studi Teknik Lingkungan Program Sarjana

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

2025



DEPARTMENT
ENVIRONMENTAL ENGINEERING

BACHELOR THESIS

Study on the Selection of On-Site Domestic Wastewater Management System (SPALD-S) Technologies in Coastal Areas Using the Analytical Hierarchy Process (AHP) Method

Hilbram Nabil

21513139

Supervisor:

Dr.Eng.Ir.Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng.

**Environmental Engineering Bachelor Program
Faculty of Civil Engineering and Planning
Universitas Islam Indonesia**

2025

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

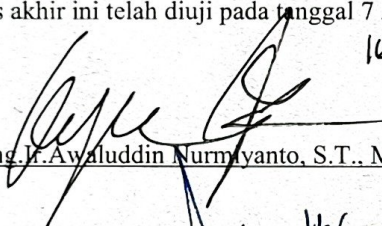
Kajian Pemilihan Teknologi Sistem Pengelolaan Domestik Setempat (SPALD-S) di Daerah Pesisir Kabupaten Demak Menggunakan Metode *Analitical Hierarchy Process (AHP)*

Tugas akhir ini disusun dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Program Studi Teknik Lingkungan Program Sarjana Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

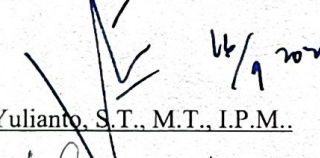
Hilbram Nabil

21513139


Tugas akhir ini telah diuji pada tanggal 7 Agustus 2025 dan disetujui oleh:


Dr. Eng. F. Awaluddin Nurmuyanto, S.T., M.Eng.

(Pembimbing 1)


Dr. Ir. Andik Yulianto, S.T., M.T., I.P.M.

(Penguji)


Ir. Niesa Hanum Mistoro, S.T., M.Eng., I.P.P.

(Penguji)

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Lingkungan Program Sarjana


UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL
DAN PERENCANAAN
YOGYAKARTA

Any Juliani, S.T., M.Sc.(Res.Eng.), Ph.D.

PERNYATAAN

Saya, penyusun tugas akhir ini, menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia, maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan, dan studi saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan dosen pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Perangkat lunak atau program komputer yang digunakan dalam tugas akhir ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya. Bukan tanggung jawab Universitas Islam Indonesia.
5. Tidak ada penggunaan kecerdasan buatan (*artificial intelligence*, AI) dalam penyusunan karya tugas akhir ini kecuali:
 - a. untuk membantu dalam kadar yang wajar (seperti membantu mengoreksi, mencari ide, dan mencari referensi), dan
 - b. tercantum dan dijelaskan perihal penggunaannya secara eksplisit di dalam karya tugas akhir ini.

Implikasi dari penggunaan AI tersebut menjadi tanggung jawab saya sepenuhnya.

6. Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 31 Juli 2025

Yang membuat pernyataan,



Hilbram Nabil
21513139

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Kajian Pemilihan Teknologi Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Setempat (SPALD-S) di Daerah Pesisir Kabupaten Demak Menggunakan Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP)” dengan baik dan tepat waktu.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Lingkungan. Selama proses penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas kesehatan, kekuatan, dan kesempatan yang diberikan.
2. Kedua orang tua dan keluarga atas doa, dukungan, dan semangat yang tiada henti.
3. Bapak Dr.Eng.Ir.Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng Dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, memberikan bimbingan, dan arahan selama proses penelitian dan penyusunan skripsi
4. Bapak Dr. Ir. Andik Yulianto, S.T., M.T., I.P.M. dan Ibu Ir. Niesa Hanum Mistoro, S.T., M.Eng., I.P.P.

Sleman, 28 Juli 2025



Hilbram Nabil

Kajian Pemilihan Teknologi Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Setempat (SPALD-S) di daerah Pesisir Kabupaten Demak Menggunakan Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

Mahasiswa : Hilbram Nabil
NIM : 21513139
Program Studi : Teknik Lingkungan - Program Sarjana
Pembimbing : Dr.Eng.Ir.Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng.

Abstrak

Permasalahan sanitasi di wilayah pesisir Kabupaten Demak masih cukup kompleks, terutama akibat tingginya muka air tanah, intrusi air laut, serta keterbatasan lahan. Kondisi ini menyebabkan mayoritas masyarakat belum memiliki sistem pengelolaan air limbah domestik setempat (SPALD-S) yang memadai. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi kriteria perencanaan SPALD-S di daerah pesisir, menentukan prioritas antar kriteria, serta memilih teknologi yang paling sesuai menggunakan metode Analytical Hierarchy Process (AHP). Responden penelitian terdiri dari masyarakat pesisir dan pakar (expert), dengan penilaian berbasis perbandingan berpasangan pada aspek teknis, finansial, dan lingkungan. Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan prioritas antara masyarakat dan expert. Masyarakat menempatkan aspek finansial sebagai faktor dominan sehingga biofilter menjadi teknologi yang lebih diterima secara sosial-ekonomi, sedangkan expert lebih menekankan aspek lingkungan sehingga Repeated Processing Septictank (RPS) dipandang lebih unggul dari sisi keberlanjutan. Temuan ini menegaskan pentingnya integrasi kedua perspektif untuk merumuskan strategi pengelolaan SPALD-S yang adaptif, terjangkau, dan berkelanjutan bagi wilayah pesisir Kabupaten Demak.

Kata kunci: AHP, biofiltrasi, kriteria pesisir, RPS, sanitasi, SPALD-S

***Study on the Selection of Local Domestic Wastewater
Management System Technology in the Coastal Area of Demak
Regency Using the Analytical Hierarchy Process (AHP)
Method***

Student : Hilbram Nabil
Student Number : 21513139
Study Program : Environmental Engineering – Bachelor Program
Supervisor : Dr.Eng.Ir.Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng.

Abstract

Sanitation issues in the coastal area of Demak Regency remain complex, particularly due to high groundwater levels, seawater intrusion, and limited land availability. These conditions have resulted in the absence of adequate local domestic wastewater management systems (SPALD-S) for most households. This study aims to identify the key planning criteria for SPALD-S in coastal areas, determine their priorities, and select the most appropriate technology using the Analytical Hierarchy Process (AHP). Respondents included both coastal communities and experts, with assessments based on pairwise comparisons of technical, financial, and environmental aspects. The results revealed differing priorities: communities emphasized financial considerations, making biofiltration the more socially and economically acceptable option, while experts prioritized environmental aspects, with the Repeated Processing Septic Tank (RPS) considered superior for sustainability. These findings highlight the need to integrate both perspectives to formulate adaptive, affordable, and sustainable SPALD-S strategies for coastal regions in Demak Regency.

Keywords: AHP, biofiltration, criteria, coastal, RPS, sanitation, SPALD-S

DAFTAR ISI

PRAKATA	i
Abstrak.....	ii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	13
1.1 Latar Belakang.....	13
1.2 Perumusan Masalah	14
1.3 Tujuan Penelitian	15
1.4 Manfaat Penelitian	15
1.5 Ruang Lingkup	15
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	18
2.1 Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik Setempat.....	18
2.1.1 Komponen SPALD-S	18
2.1.3 SPALD-S di Area Pesisir	18
2.2 Karakteristik Daerah Spesifik Pesisir dalam Konteks Sanitasi ...	19
2.2.1 Sanitasi	19
2.2.2 Tipologi Kawasan Pesisir.....	19
2.2.3 Tantangan Sanitasi Area Spesifik Pesisir.....	19
2.3 Kondisi Daerah Rencana.....	23
2.3.1 Deskripsi Daerah dan Kawasan Rencana.....	23
2.3.2 Penduduk Miskin.....	23
2.3.3 Profil Sanitasi	24
2.4 Kriteria Pengkajian Opsi Sanitasi.....	25
2.5 Pilihan Opsi Teknologi Sanitasi Area Spesifik Pesisir.....	25

2.5.1 Aplikasi Teknologi Sistem Pengolahan Air Limbah Pada kawasan Pesisir	26
2.6 Instrumen Penelitian	36
2.6.1 Kuesioner dan Responden dalam Metode AHP	36
2.6.1 <i>Analytical Hierarchy Process</i> (AHP) dalam Perencanaan SPALD-S.....	36
2.6.2 <i>Super Decision 3.2 Version</i>	42
BAB III METODE PENELITIAN	46
3.1 Pendekatan Umum	46
3.2 Tahapan Penelitian.....	47
3.3 Lokasi Perencanaan	49
3.4 Sumber dan Pengolahan Data.....	52
3.4.1 Responden	52
3.4.2 Prosedur Olahan Data.....	54
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	58
4.1 Identifikasi Kondisi Fisik Area Studi	58
4.1.1 Kondisi Eksisting	58
4.2 Identifikasi Masyarakat Kawasan Studi.....	61
4.2.1 Karakteristik Responden	61
4.3 Identifikasi Kriteria dan Opsi Teknologi	62
4.3.1 Analisa Kriteria Perencanaan SPALD-S yang Relevan untuk Daerah Pesisir.....	62
4.3.2 Pilihan Opsi Teknologi.....	65
4.4 Analisis Data	68
4.4.1 Penyusunan Struktur Hierarki	68
4.5 Pengujian Metode <i>Analytical Hierarchy Process</i> Responden Masyarakat.....	69
4.5.1 <i>Consistency Ratio</i>	74
4.5.2 Perhitungan Bobot Alternatif	74
4.5.3 Analisis Sensitivitas Keputusan	76
4.6 Pengujian Metode <i>Analytical Hierarchy Process</i> Responden <i>Expert</i>	79

4.6.1 <i>Consistency Ratio</i>	83
4.6.2 Perhitungan Bobot Alternatif	83
4.6.3 Analisa Sensitivitas Keputusan	85
4.7 Sistesis dan Implikasi.....	86
4.7.1 Perbedaan Prioritas.....	86
4.7.2 Implikasi Terhadap Pemilihan teknologi	87
BAB V PENUTUP	89
5.1 Kesimpulan	89
5.2 Saran	90
DAFTAR PUSTAKA	92
LAMPIRAN	99
RIWAYAT HIDUP	118

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tantangan Kondisi Fisik untuk Tipe Rumah Area Pesisir	20
Tabel 2. 2 Jumlah Penduduk Miskin Kabupaten Demak	23
Tabel 2. 3 Profil Sanitasi Pengelolaan Air Limbah Kabupaten Demak	24
Tabel 2. 4 Tabel Perbandingan Berpasangan AHP	38
Tabel 2. 5 <i>Fundamental Scale</i> AHP	39
Tabel 3. 1 Tabel Pembagian Responden Penelitian	52
Tabel 3. 2 <i>Fundamental Scale</i> Modifikasi AHP	56
Tabel 4. 1 Kondisi Eksisting Area Pesisir Kabupaten Demak	59
Tabel 4. 2 Kriteria Perencanaan SPALDS Daerah Spesifik Pesisir	64
Tabel 4. 3 Alternatif Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik Setempat untuk Area pesisir Kabupaten Demak	67
Tabel 4. 4 Nila <i>Priority Vector</i> Perhitungan AHP Masyarakat untuk Kriteria dan Sub Kriteria	69
Tabel 4. 5 Nila <i>Priority Vector</i> Perhitungan AHP Masyarakat Sub Kriteria dengan Alternatif	71
Tabel 4. 6 Bobot Alternatif AHP Masyarakat Pesisir	76
Tabel 4. 7 Skenario Analisa Sensitivitas Keputusan	77
Tabel 4. 9 Nila <i>Priority Vector</i> Perhitungan AHP <i>Expert</i> untuk Kriteria dan Sub Kriteria	79
Tabel 4. 10 Nila <i>Priority Vector</i> Perhitungan AHP <i>Expert</i> Sub Kriteria dengan Alternatif	81

Tabel 4. 11 Bobot Alternatif Perhitungan AHP <i>Expert</i>	83
Tabel 4. 12 Analisa Sensitivitas Kriteria AHP <i>Expert</i>	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bagan Praktik Kebiasaan BAB Area Pesisir	22
Gambar 2. 2 Opsi Sanitasi untuk Wilayah Pantai dan Muara	27
Gambar 2. 3 (a) Skema Pengolah Air Limbah Tripikon S (b) Instalasi Teknologi Tripikon S.....	28
Gambar 2. 4 Tripikon H.....	30
Gambar 2. 3 (a) Pengolah Air Limbah Biofilter (b) Biofiltrasi.....	33
Gambar 2. 5 (a) <i>Repeated Processing Septictank</i> (b) Skema Pengolahan Air Limbah RPS.....	34
Gambar 2. 7 Struktur Hierarki AHP	38
Gambar 2. 8 Antarmuka Umum Perangkat Lunak <i>Super Decision</i>	42
Gambar 2. 9 Antarmuka Input Node dan Cluster di Aplikasi <i>Super Decision</i>	43
Gambar 2. 10 Model Jaringan AHP untuk Pemilihan Teknologi SPALD-S	43
Gambar 2. 11 Struktur Jaringan (Network) AHP dengan Keterhubungan Antar Cluster.....	44
Gambar 2. 12 Input Data Matriks AHP dalam <i>Super Decision</i>	45
Gambar 3. 1 Rencana Alur Penelitian	47
Gambar 3. 2 Lanjutan Rencana Alur Penelitian	48
Gambar 3. 3 Peta Wilayah Pelayanan.....	49
Gambar 3. 4 Peta Risiko Air Limbah Domestik Kabupaten Demak	51

Gambar 3. 5 Proses Kuesioner Masyarakat Pesisir Kab Demak	53
Gambar 3. 6 Tahap Penyusunan dan Pengaplikasian Keputusan	55
Gambar 4. 1 Komponen SPALD-S Sesuai Kondisi Eksisting	58
Gambar 4. 2 Grafik Karakteristik Responden Masyarakat Pesisir Kab Demak	61
Gambar 4. 3 Grafik Akses Sanitasi Responden Masyarakat Pesisir Kab Demak.....	62
Gambar 4. 4 Opsi Sanitasi Daerah Spesifik Pantai dan Muara	66
Gambar 4. 5 Susunan Hierarki AHP untuk Daerah Spesifik Pesisir Kab. Demak.....	68

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Pendukung	99
Lampiran 2 Intrumen Penelitian	100
Lampiran 3 Data Responden Masyarakat.....	111
Lampiran 4 Data Responden <i>Expert</i>	111
Lampiran 5 Struktur AHP untuk Bobot Global Alternatif	112
Lampiran 6 <i>Consistency Ratio</i>	114
Lampiran 7 Analisa Sensitivitas Pengujian Kriteria dari Masyarakat ...	116
Lampiran 8 Analisa Sensitivitas Pengujian Kriteria dari <i>Experts</i>	117

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Daerah pesisir adalah wilayah yang mempunyai karakteristik lingkungan unik, seperti muka air tanah yang tinggi, pasang surut, dan kondisi tanah yang tidak stabil. Tantangan ini menyebabkan penerapan sistem pengolahan air limbah domestik menjadi tidak efektif, sehingga diperlukan sistem pengolahan air limbah domestik setempat (SPALD-S) yang disesuaikan dengan kondisi lingkungan tersebut (Djonoputro *et al.*, 2010). Sistem ini bertujuan untuk mencegah pencemaran air tanah dan meningkatkan kualitas sanitasi masyarakat pesisir.

Kondisi di Kabupaten Demak, khususnya wilayah pesisir, hingga saat ini belum memiliki sistem SPALD-S yang memadai. Sebagian besar rumah tangga masih mengandalkan tangki septik individual yang tidak sesuai standar, bahkan ada yang langsung membuang air limbah ke lingkungan (Wahyuni *et al.*, 2018). Hal ini menyebabkan alur pengelolaan air limbah sebagaimana digambarkan dalam bagan alir (flowchart) SPALD yang mencakup sumber, antarmuka pengguna, pengangkutan, pengolahan, hingga pemanfaatan/pembuangan akhir tidak berjalan secara utuh. Sesuai dengan Permen PUPR No. 4 Tahun 2017 tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik, bagan alir tersebut merupakan tahapan mendasar yang harus terpenuhi dalam penyelenggaraan SPALD, baik setempat (SPALD-S) maupun terpusat (SPALD-T).

Berbagai teknologi pengolahan air limbah telah dikembangkan, seperti *Septictank* komunal dan biofiltrasi, namun penerapannya sering menghadapi kendala teknis dan sosial. Salah satu menyesuaikan dengan kondisi lingkungan, namun membutuhkan perhatian khusus dalam perawatan dan instalasinya (Kemenkes, 2023). Oleh karena itu, pemilihan teknologi pengolahan air limbah yang sesuai sangat penting untuk memastikan efektivitas dan keberlanjutan sistem.

Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) menawarkan pendekatan yang sistematis untuk menentukan prioritas dalam perencanaan SPALD-S, terutama di daerah dengan keterbatasan lahan dan risiko banjir tinggi. AHP memungkinkan pemangku kepentingan untuk membandingkan berbagai kriteria, seperti biaya, kemudahan operasional, dampak lingkungan, dan penerimaan masyarakat (Chompook *et al.*, 2023). Pendekatan ini membantu dalam membuat keputusan yang berbasis data dan partisipatif.

Kajian ini mengarah kepada proses identifikasi kriteria perencanaan SPALD-S yang paling relevan dan menentukan bobot prioritas menggunakan metode AHP, sehingga diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengelolaan air limbah di daerah pesisir.

1.2 Perumusan Masalah

Dalam mengidentifikasi teknologi yang paling tepat guna, perlu diketahui kriteria-kriteria yang relevan berdasarkan aspek teknis, lingkungan, ekonomi, dan sosial. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan pendekatan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) sebagai alat bantu pengambilan keputusan yang partisipatif dan berbasis data. AHP memungkinkan pembobotan dan pemeringkatan berbagai alternatif teknologi berdasarkan kriteria yang ditetapkan dan meminimalisir subjektivitas dari responden.

Untuk memperjelas arah penelitian, maka rumusan masalah dirinci ke dalam beberapa pertanyaan sebagai berikut:

1. Apa saja kriteria utama yang perlu dipertimbangkan dalam perencanaan SPALD-S di wilayah pesisir ?
2. Bagaimana tingkat prioritas dari masing-masing kriteria tersebut dalam pemilihan teknologi SPALD-S berdasarkan hasil analisis AHP?
3. Teknologi SPALD-S apa yang paling tepat guna dan berkelanjutan untuk diterapkan di wilayah pesisir berdasarkan hasil pembobotan AHP?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengidentifikasi kriteria-kriteria utama yang relevan dalam perencanaan sistem pengolahan air limbah domestik setempat (SPALD-S) di wilayah pesisir.
2. Menentukan tingkat prioritas masing-masing kriteria dalam pemilihan teknologi SPALD-S menggunakan pendekatan metode Analytical Hierarchy Process (AHP).

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi pemerintah : Memberikan referensi dalam penyusunan kebijakan dan strategi pengelolaan air limbah domestik di daerah pesisir.
2. Bagi Akademisi : Menjadi referensi dalam pengembangan metode penentuan kriteria perencanaan SPALD-S berbasis AHP
3. Bagi Masyarakat : Memberikan solusi perencanaan sanitasi yang lebih sesuai dan berkelanjutan di daerah pesisir.

1.5 Ruang Lingkup

Penelitian ini memiliki ruang lingkup sebagai berikut:

1. Lingkup Wilayah (Spasial)

Penelitian difokuskan pada wilayah pesisir Kabupaten Demak yang memiliki karakteristik lingkungan khusus, seperti tingginya muka air tanah, pengaruh pasang surut, serta kondisi tanah yang tidak stabil. Wilayah ini dipilih karena memiliki tantangan tersendiri dalam penerapan sistem pengolahan air limbah domestik secara konvensional.

2. Lingkup Substansi:

Penelitian ini membahas tentang pemilihan teknologi sistem pengolahan air limbah domestik setempat (SPALD-S) yang sesuai untuk wilayah pesisir. Kajian difokuskan pada tahap sumber dan antarmuka pengguna (user interface) dalam alur pengelolaan air limbah domestik

sebagaimana tercantum pada Permen PUPR No. 4 Tahun 2017. Penelitian tidak membahas lebih lanjut tahap pengangkutan, pengolahan, maupun pemanfaatan/pembuangan akhir.

Lingkup Teknologi Alternatif:

Penelitian ini difokuskan pada tahap pemilihan teknologi Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Setempat (SPALD-S) yang sesuai untuk wilayah pesisir Kabupaten Demak menggunakan metode Analytical Hierarchy Process (AHP). Ruang lingkup penelitian tidak mencakup perancangan teknis detail, pembangunan, maupun evaluasi kinerja sistem. Pembatasan ini dilakukan untuk memastikan kedalaman analisis pada aspek penentuan teknologi yang paling tepat berdasarkan kriteria teknis, lingkungan, dan ekonomi yang relevan dengan kondisi daerah pesisir. Teknologi pengolahan air limbah yang dijadikan alternatif dalam penelitian ini meliputi:

- a. *Biofiltrasi*
- b. Tripikon S
- c. Tripikon H
- d. *Repeated Processing Septic Tank*

3. Lingkup Metodologi:

Tahap awal penelitian menggunakan metode survei ke lapangan dan kuesioner kepada masyarakat. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Analytical Hierarchy Process (AHP). Metode ini digunakan untuk:

- a. Menentukan bobot prioritas dari masing-masing kriteria
- b. Menilai alternatif teknologi berdasarkan hasil pembobotan
- c. Melibatkan responden.

4. Lingkup Waktu:

Penelitian ini dilakukan dalam rentang waktu tertentu yang mencakup proses pengumpulan data primer melalui kuesioner, analisis data dengan

metode AHP, serta penyusunan rekomendasi teknologi yang sesuai untuk daerah pesisir..

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik Setempat

Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik setempat, atau SPALD-S, adalah metode pengelolaan air limbah yang tidak mengumpulkan dan menyalurkan limbah melalui jaringan perpipaan menuju instalasi pengolahan atau badan air penerima, melainkan mengolah atau membuangnya langsung di lokasi. Contoh penerapannya antara lain jamban cubluk dan tangki septik (Uyun *et al.*, 2019).

2.1.1 Komponen SPALD-S

Menurut (Uyun *et al.*, 2019) Komponen Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Setempat (SPALD-S) terdiri dari unit pengolahan setempat, yaitu fasilitas yang berfungsi untuk mengumpulkan dan mengolah air limbah domestik baik black water (limbah dari toilet) maupun grey water (limbah dari dapur, kamar mandi, dan cucian) langsung di lokasi sumbernya.

Pengolahan dilakukan pada skala individual, di mana setiap rumah tangga memiliki unit pengolahan sendiri, seperti tangki septik kedap, cubluk, atau sistem pengolahan sederhana lainnya. Komponen utama sistem ini mencakup:

- Unit penampung untuk mengumpulkan air limbah.
- Unit pengolahan yang memisahkan padatan dan cairan serta mengurangi kandungan pencemar.
- Unit pembuangan atau infiltrasi, seperti bidang resapan atau sumur resapan, yang mengembalikan air olahan ke tanah secara aman.

2.1.3 SPALD-S di Area Pesisir

Berdasarkan (Water and Sanitation Program, 2010) sistem pengelolaan air limbah domestik setempat (SPALD-S) merupakan sistem pengelolaan air limbah yang dilakukan secara individual di lokasi sumber limbah. Sistem ini cocok diterapkan di daerah pesisir karena keterbatasan lahan dan biaya.

Sistem ini sangat sesuai untuk diterapkan di daerah pesisir dengan keterbatasan lahan karena SPALD-S tidak memerlukan jaringan pipa pengelolaan limbah yang luas dan mahal, sehingga biaya pembuatan dan operasionalnya lebih terjangkau.

Dengan penerapan sanitasi SPALD-S yang tepat, pengolahan air limbah domestik menjadi lebih efisien, ramah lingkungan, dan berkelanjutan, sekaligus mendukung pemberdayaan masyarakat lokal dalam menjaga kebersihan lingkungan.

2.2 Karakteristik Daerah Spesifik Pesisir dalam Konteks Sanitasi

2.2.1 Sanitasi

Secara sederhana, sanitasi diartikan sebagai sarana untuk mengumpulkan dan membuang tinja serta air limbah masyarakat secara higienis, sehingga tidak menimbulkan risiko kesehatan baik bagi individu maupun masyarakat luas (Water and Sanitation Program, 2010).

2.2.2 Tipologi Kawasan Pesisir

Kawasan pesisir adalah wilayah di mana ekosistem darat dan laut saling berhubungan dan dipengaruhi oleh perubahan yang terjadi di daratan maupun di laut. Undang-Undang No. 1 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil mendeskripsikan wilayah pesisir sebagai area peralihan antara ekosistem darat dan laut yang dipengaruhi oleh dinamika perubahan di keduanya. Dalam pengaturannya, cakupan wilayah pesisir dan pulau kecil mencakup zona transisi darat-laut yang terpengaruh perubahan daratan dan lautan, meluas ke arah darat hingga batas administratif kecamatan, dan ke arah laut sejauh 12 mil laut sesuai yurisdiksi negara (Pucangan *et al.*, 2023).

2.2.3 Tantangan Sanitasi Area Spesifik Pesisir

Daerah spesifik (*challenging areas*) merujuk pada wilayah dengan kondisi geografis dan iklim yang sedemikian rupa sehingga penyediaan layanan sanitasi yang terjangkau, baik dengan sistem konvensional maupun nonkonvensional, menjadi sulit untuk dibangun atau diterapkan (Noor, 2011). Wilayah pesisir

termasuk dalam kategori daerah spesifik ini karena memiliki tantangan tersendiri terkait kondisi lingkungan dan infrastruktur.

Di Indonesia, sekitar 60% dari total 250 juta penduduk tinggal di wilayah pesisir. Namun, pada umumnya masyarakat masih menganggap bahwa sungai, laut, dan pantai sebagai tempat pembuangan limbah padat maupun cair dalam ruang yang tidak terbatas. Akibatnya, secara perlahan akan terjadi penurunan kualitas lingkungan akibat ketidakseimbangan antara kuantitas dengan ketersediaan fasilitas sanitasi lingkungan pesisir yang mendukung (Prastiwi & Rosariawari, 2023).

Pengelolaan air limbah domestik di daerah pesisir memiliki tantangan tersendiri karena karakteristik wilayahnya. Pengelolaan air limbah domestik merupakan bagian penting dari sanitasi, termasuk juga pengelolaan sampah dan drainase lingkungan (Prasetiawan, 2017). Pengelolaan air limbah di daerah pesisir sangat penting karena dapat menjaga kesehatan masyarakat dan mencegah pencemaran laut dan pesisir. Permukiman di wilayah pesisir umumnya memiliki masalah dengan penyediaan sistem sanitasi, termasuk sistem pengolahan air limbah domestik (D. W. Putri, 2017).

Daerah pesisir memiliki sejumlah tantangan dalam pengelolaan air limbah, antara lain tantangan kondisi lingkungan fisik dan non fisik. Untuk tantangan kondisi fisik yang di hadapi di area pesisir dapat di lihat pada tabel berikut:

Tabel 2. 1 Tantangan Kondisi Fisik untuk Tipe Rumah Area Pesisir

Tantangan	Pantai & Muara		
	Rt	Rp	Rd
Gelombang Air	✓	✓	✓
Banjir		✓	✓
Variasi muka air permukaan musiman Muka		✓	✓
Muka air tanah (m.a.t) tinggi			✓
Erosi		✓	✓
Dasar/muka tanah lunak dan tidak stabil	✓	✓	✓

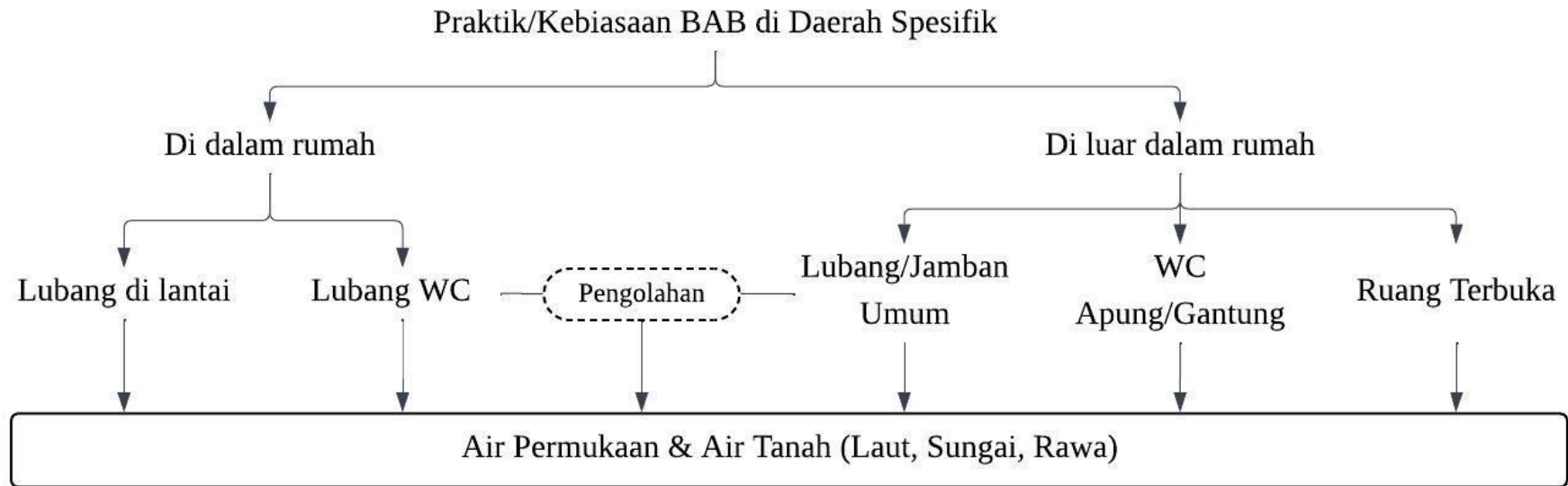
Penurunan tanah			✓
Udara yang bersifat korosif	✓	✓	✓
Keterbatasan lahan		✓	✓
Pola permukiman tidak teratur dan kumuh	✓	✓	✓
Jalan akses tidak memadai	✓	✓	✓

Keterangan : Rt: rumah terapung; Rp: rumah panggung; Rd: rumah darat

Sumber : (Water and Sanitation Program, 2010)

Berdasarkan pendapat (Water and Sanitation Program, 2010), untuk tantangan non fisik untuk daerah spesifik pesisir dapat dikatakan tipikal diantara-Nya :

1. Biasanya daerah spesifik merupakan kawasan kumuh dengan karakteristik :
 - a. Pemukiman yang tidak tertata dan merupakan pemukiman yang semi ilegal atau bahkan ilegal.
 - b. Pertumbuhan penduduk yang tinggi (tingkat kepadatan penduduk sedang – tinggi; 500 jiwa/ha) .
 - c. Keterbatasan finansial atau dihuni penduduk berpendapatan menengah ke bawah.
 - d. Kebiasaan masyarakat yang membuang limbah ke sungai atau laut (Wahyuni *et al.*, 2018) (Prastiwi & Rosariawari, 2023).
2. Kesadaran lingkungan rendah.
3. Pendatang dominan → sulit kelola sanitasi.
4. Minat tinggi jika layanan baik.
5. Ekonomi beragam → tarif sulit.
6. Daerah terpinggirkan → dukungan minim.
7. Ubah kebiasaan buang tinja.



Gambar 2. 1 Bagan Praktik Kebiasaan BAB Area Pesisir

Sumber : (Water and Sanitation Program, 2010)

2.3 Kondisi Daerah Rencana

2.3.1 Deskripsi Daerah dan Kawasan Rencana

Menurut SSK Kabupaten Demak, Kabupaten Demak merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Jawa Tengah yang memiliki garis pantai sepanjang 34,1 km. Garis pantai tersebut membentang di tiga kecamatan, yaitu Kecamatan Sayung, Kecamatan Bonang, dan Kecamatan Wedung.

Secara hidrologis, Kabupaten Demak memiliki sumber daya air yang berasal dari air permukaan dan air tanah. Sumber air permukaan meliputi sungai, laut, dan pantai, sedangkan air tanah terbagi menjadi air tanah dangkal dan air tanah dalam.

Kabupaten Demak memiliki potensi yang cukup besar dalam pengembangan tambak perikanan, khususnya perikanan darat yang banyak dijumpai di Kecamatan Sayung, Karangateh, Bonang, Demak, dan Wedung. Selain itu, wilayah ini juga memiliki potensi cekungan air tanah yang cukup tinggi, dengan ketersediaan air tanah dangkal sebesar 166,2 juta m³/tahun dan air tanah dalam sebesar 4,1 juta m³/tahun.

2.3.2 Penduduk Miskin

Tingkat kemiskinan di Kabupaten Demak menunjukkan tren yang berfluktuasi. Dalam dua tahun terakhir, angka kemiskinan mengalami penurunan. Pada tahun 2023, persentase kemiskinan tercatat sebesar 12,01% dengan jumlah penduduk miskin ekstrem mencapai 143,26 ribu jiwa. Namun, pada Maret 2024, angka tersebut turun menjadi 11,89%, dari sebelumnya 12,01% pada tahun 2023.

Tabel 2. 2 Jumlah Penduduk Miskin Kabupaten Demak

No.	Tahun	% Penduduk Miskin	Jumlah (ribu jiwa)
1.	2024	11,89	142.92
2.	2023	12,01	143.26
3.	2022	12,09	143.01

4.	2021	12,92	151.74
5.	2020	12,54	146.90

Sumber : BPS Kabupaten Demak

2.3.3 Profil Sanitasi

Pengelolaan air limbah di Kabupaten Demak belum mencakup seluruh wilayah. Persentase rumah tangga yang menggunakan tangki septik individu layak (namun belum termasuk kategori aman) mencapai 56,69% di wilayah perkotaan dan 21,16% di wilayah pedesaan.

Tabel 2. 3 Profil Sanitasi Pengelolaan Air Limbah Kabupaten Demak

No.	Sistem	Cakupan Layanan Eksisting (%)
Wilayah Perkotaan		
A.	Akses Aman	2,32
B.	Akses Layak (Tidak Termasuk Aman)	
	Akses Layak Individu (Tidak Termasuk Aman)	56,69
	Akses Layak Bersama	2,64
C.	Akses Belum Layak*	13,55
	BABS Tertutup	
D.	BABS di Tempat Terbuka	0,00
Wilayah Pedesaan		
A.	Akses Aman	0,77
B.	Akses Layak (Tidak Termasuk Aman)	
	Akses Layak Individu (Tidak Termasuk Aman)	21.16
	Akses Layak Bersama	0,86
	Akses Layak Khusus Pedesaan	0,00
C.	Belum Layak	2,01
	BABS Tertutup	
D.	BABS di Tempat Terbuka	0

Sumber: Strategi Sanitasi Kabupaten Demak

2.4 Kriteria Pengkajian Opsi Sanitasi

Dalam perencanaan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Setempat (SPALD-S) di daerah pesisir, penting untuk mempertimbangkan berbagai kriteria yang dapat memastikan efektivitas dan keberlanjutan sistem. Kriteria-kriteria ini mencakup aspek teknis, ekonomi, dan lingkungan, yang semuanya berkontribusi pada keberhasilan implementasi SPALD-S. Dengan memahami dan menerapkan kriteria-kriteria ini, perencanaan SPALD-S dapat dilakukan secara lebih holistik dan responsif terhadap kebutuhan masyarakat serta kondisi lingkungan setempat.

Menurut (Nur, 2014), ada beberapa faktor yang mempengaruhi pemilihan teknologi sanitasi, yaitu:

- a. Tingkat kepadatan penduduk, yang memengaruhi ketersediaan lahan untuk pembangunan sistem pengolahan air limbah.
- b. Ketersediaan sumber air, pada kondisi dengan pasokan air terbatas, teknologi pengolahan limbah setempat lebih sesuai digunakan dibandingkan sistem pembuangan limbah terpusat.
- c. Kondisi topografi lahan
- d. Kapasitas pembangunan yang terkait dengan proses perencanaan dan pemilihan teknologi
- e. Aspek sosial ekonomi masyarakat dengan penekanan pada tingkat perekonomian setempat yang berpengaruh terhadap keberlangsungan operasional dan pemeliharaan fasilitas tersebut.

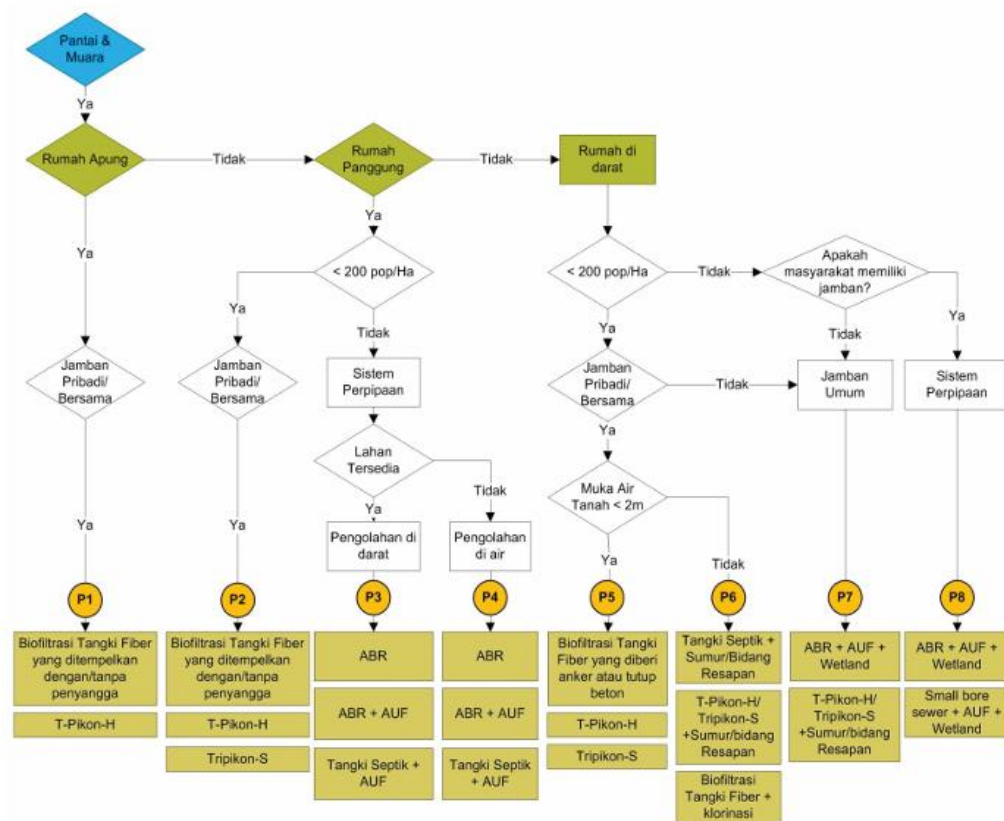
2.5 Pilihan Opsi Teknologi Sanitasi Area Spesifik Pesisir

Pemilihan teknologi pengolahan air limbah yang tepat harus mempertimbangkan faktor-faktor seperti kondisi lingkungan, lahan yang tersedia, biaya, dan kemampuan masyarakat dalam mengoperasikan serta memelihara sistem (Wahyuni *et al.*, 2018). Di daerah pesisir, sistem yang lebih adaptif seperti biofiltrasi, Tripikon-S lebih dianjurkan daripada septic tank konvensional (Fildzah *et al.*, 2016). Spesifikasi teknologi yang dipilih harus memenuhi kriteria sebagai berikut (Nur, 2014):

- a. Meminimalkan dampak terhadap lingkungan untuk mencegah terjadinya kontaminasi pada air maupun tanah di sekitarnya.
- b. Pembangunan dapat dilakukan dengan cepat, mudah dalam pengerjaan maupun perbaikan, serta memanfaatkan bahan dan tenaga kerja lokal.
- c. Mudah dan nyaman dalam penggunaan serta pemeliharaan.
- d. Biaya pembangunan dan pemeliharaan terjangkau bagi masyarakat.
- e. Desain sarana memenuhi standar yang telah ditetapkan.

2.5.1 Aplikasi Teknologi Sistem Pengolahan Air Limbah Pada kawasan Pesisir.

Menurut (Water and Sanitation Program, 2010) , pemilihan teknologi sanitasi untuk daerah spesifik di pesisir di klasifikasikan berdasarkan beberapa faktor fisik dan lingkungan. Berdasarkan temuan lapangan di wilayah penelitian, sebagian besar responden menempati rumah panggung dan rumah darat dengan kondisi muka air tanah yang relatif tinggi serta lahan yang terbatas.



Sumber : (Water and Sanitation Program, 2010)

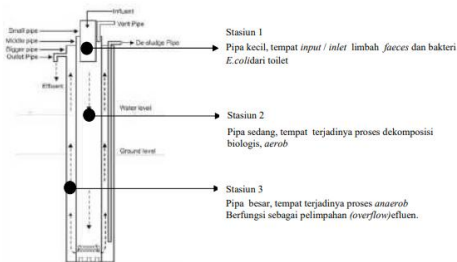
Gambar 2. 2 Opsi Sanitasi untuk Wilayah Pantai dan Muara

Selain teknologi SPALD-S yang disampaikan oleh (Djonoputro *et al.*, 2010), dalam Buku Daftar Pengembangan dan Implementasi Teknologi Tepat Guna Air dan Sanitasi (Kemenkes, 2023) juga disebutkan bahwa *Repeated Processing Septictank* (RPS) merupakan salah satu opsi yang dapat diterapkan di daerah perairan. Teknologi ini dirancang dengan sistem pengolahan berulang sehingga hasil efluen lebih terjamin kualitasnya dan konstruksinya dapat menyesuaikan kondisi wilayah dengan muka air tanah tinggi maupun kawasan yang rawan genangan. Dengan karakteristik tersebut, RPS menjadi alternatif yang layak untuk dipertimbangkan dalam penerapan SPALD-S di kawasan pesisir Kabupaten Demak.

Menurut panduan dari (Djonoputro *et al.*, 2010) dan (Kemenkes, 2023), terdapat berbagai pilihan teknologi pengolahan air limbah yang dapat diterapkan di wilayah perairan:

A. Tripikon S

Tripikon S merupakan teknologi pengolahan air limbah domestik yang dikembangkan oleh Laboratorium Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada sebagai solusi sanitasi khusus untuk daerah-daerah dengan kondisi geografis dan hidrologis yang menantang, seperti pesisir pantai, muara sungai, rawa dan daerah terkena pasang surut air (Rachman, 2018) sistem ini dirancang untuk mengatasi kendala sanitasi di wilayah yang sulit dijangkau oleh sistem konvensional maupun non-konvensional.



(a) Sumber : (Normasari *et al.*, 2017)



(b) Sumber : Direktorat Pengelolaan Masyarakat dan Kepakaran ITB.
(Normasari *et al.*, 2017)

Gambar 2. 3 (a) Skema Pengolah Air Limbah Tripikon S (b) Instalasi Teknologi Tripikon S

a. Kemudahan Operasional

Tripikon-S memiliki mekanisme kerja yang sederhana dan mudah dioperasikan oleh masyarakat tanpa perlu keahlian teknik khusus. Limbah domestik melalui pipa kecil, kemudian mengalami proses penguraian biologis di pipa sedang yang terdiri dari zona aerobik di bagian atas, lintasan di tengah, dan zona anaerobik di bagian bawah. Proses biologis ini berlangsung selama minimal tiga hari, menghasilkan gas, air, dan lumpur mineral yang relatif stabil (Jokow, 2020). Pemeliharaan yang diperlukan bersifat rutin dan sederhana, seperti pembersihan outlet dan pemeriksaan kondisi pipa untuk mencegah penyumbatan.

b. Ketahanan terhadap Pasang Surut dan Adaptabilitas

Salah satu keunggulan utama Tripikon S adalah ketahanannya terhadap fluktuasi muka air akibat pasang surut, yang umum terjadi di daerah pesisir dan rawa. Desain pipa konsentris vertikal memungkinkan sistem tetap berfungsi optimal meskipun terjadi perubahan ketinggian air. Adaptabilitasnya sangat baik untuk diaplikasikan pada rumah panggung maupun permukiman yang berada di daerah berair atau rawan banjir (Rachman, 2018)

c. Kemudahan Konstruksi dan Biaya

Konstruksi Tripikon S terdiri dari tiga pipa PVC dengan diameter berbeda yang disusun secara konsentris pada satu poros, sehingga instalasinya relatif sederhana dan tidak memerlukan lahan luas. Material yang digunakan mudah diperoleh di pasaran dan dapat dipasang dengan teknik konstruksi yang tidak rumit. Biaya investasi awal termasuk rendah jika dibandingkan dengan sistem pengolahan limbah lainnya, dan biaya operasionalnya juga minimal karena proses pengolahan berlangsung secara biologis tanpa kebutuhan energi eksternal (Nur, 2014).

d. Efisiensi Bahan Baku dan Dampak Lingkungan

Penggunaan bahan baku berupa pipa PVC dan media biologis menjadikan Tripikon S efisien dalam penggunaan sumber daya. Sistem ini juga ramah lingkungan karena mampu mengolah limbah domestik secara efektif dengan

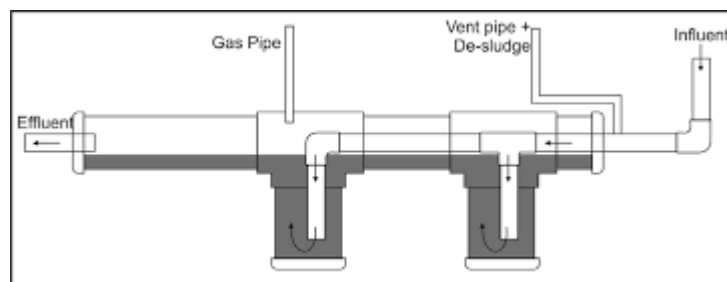
mengurangi beban pencemar seperti BOD, COD, dan bakteri patogen. Modifikasi dengan penambahan media seperti bioball dan filter ijuk telah meningkatkan efisiensi penyisihan COD hingga sekitar 66-68% dan TSS hingga 87%, yang menunjukkan potensi pengolahan yang lebih baik tanpa menambah dampak negatif lingkungan (Karmilia *et al.*, 2024)

e. Efisiensi Pengolahan

Secara umum, Tripikon S mampu menurunkan kadar bakteri *E. coli* antara 70-90%, dan efisiensi penyisihan BOD dan COD berkisar antara 57-75% tergantung beban limbah dan modifikasi sistem yang diterapkan. Waktu retensi hidraulik (HRT) sekitar 3 hari sudah cukup untuk proses penguraian biologis yang efektif (Rachman, 2018)(Karmilia *et al.*, 2024)

B. Tripikon H

Tripikon H (Tripikon Horizontal) merupakan pengembangan dari teknologi Tripikon S yang awalnya dikembangkan oleh Universitas Gadjah Mada. Tripikon H dirancang untuk mengatasi keterbatasan lahan dan kondisi rumah panggung di daerah pesisir dan rawa yang rawan banjir. Sistem ini menggunakan konsep pengolahan limbah secara semi aerob dan anaerob dengan susunan pipa yang diatur secara horizontal, berbeda dengan Tripikon S yang menggunakan pipa konsentris vertikal.



Sumber : (Nur, 2014)

Gambar 2. 4 Tripikon H

a. Kemudahan Operasional

Tripikon H memiliki mekanisme kerja yang sederhana dan mudah dioperasikan oleh masyarakat tanpa keahlian teknis khusus. Limbah domestik mengalir secara horizontal melalui dua pipa utama yang berfungsi sebagai tempat pengendapan dan proses biologis. Pemeliharaan meliputi pembersihan lumpur secara berkala dan pengecekan kondisi pipa agar tidak terjadi penyumbatan. Uji keefektifan menunjukkan bahwa lapisan mikroorganisme berkembang dengan baik di permukaan pipa, mendukung proses penguraian limbah secara biologis (Noor, 2011)

b. Ketahanan terhadap Pasang Surut dan Adaptabilitas

Desain horizontal Tripikon H memungkinkan sistem ini lebih fleksibel untuk diaplikasikan pada rumah panggung dan daerah dengan pasang surut air. Meski memerlukan ruang yang lebih luas dibandingkan Tripikon S karena peletakan pipa secara horizontal, sistem ini tetap adaptif untuk lingkungan rawa dan pesisir yang mengalami fluktuasi muka air

c. Kemudahan Konstruksi dan Biaya

Konstruksi Tripikon H menggunakan dua potongan pipa PVC yang difungsikan sebagai pengendapan dan pengolahan limbah. Material yang digunakan mudah diperoleh dan pemasangan relatif sederhana, meskipun membutuhkan lahan yang sedikit lebih luas dibandingkan Tripikon S. Biaya investasi dan operasionalnya tergolong rendah, menjadikan teknologi ini layak diterapkan di komunitas dengan sumber daya terbatas (Noor, 2011)

d. Efisiensi Bahan Baku dan Dampak Lingkungan

Penggunaan pipa PVC sebagai bahan utama menjadikan Tripikon H efisien dalam penggunaan bahan baku. Sistem ini ramah lingkungan karena proses biologis yang terjadi mampu menurunkan parameter pencemar seperti BOD, COD, dan bakteri patogen. Uji laboratorium menunjukkan peningkatan Ph limbah selama

proses pengolahan, yang mengindikasikan proses biologis berjalan optimal tanpa menimbulkan efek samping negatif (Noor, 2011)

e. Efisiensi Pengolahan

Hasil uji laboratorium menunjukkan bahwa Tripikon H efektif dalam menurunkan konsentrasi BOD, COD, dan bakteri coli tinja pada limbah domestik. Proses pengolahan yang berlangsung selama minimal 3 minggu menghasilkan lapisan mikroorganisme yang aktif menguraikan limbah secara biologis. Meskipun data kuantitatif efisiensi pengolahan masih terbatas, hasil awal menunjukkan potensi yang baik untuk pengolahan air limbah domestik di daerah pesisir dan rawa (Noor, 2011)

C. Biofiltrasi

Biofiltrasi adalah teknologi pengolahan air limbah yang memanfaatkan media sebagai habitat mikroorganisme pengurai bahan organik. Sistem ini dapat bekerja secara anaerob, aerob, atau kombinasi keduanya, sehingga efektif menguraikan bahan organik kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana dan ramah lingkungan. Beberapa alternatif adaptif untuk daerah pesisir (Temarwut, 2023)

Pada tahap anaerob, senyawa organik diuraikan menjadi senyawa sederhana sehingga mengurangi beban BOD dan COD secara signifikan. Selanjutnya, pada tahap aerob, mikroorganisme mengoksidasi sisa bahan organik, meningkatkan kualitas efluen yang dihasilkan. Desain *Biofiltrasi* dua tahap ini sangat efektif untuk daerah padat penduduk dan pesisir yang memiliki keterbatasan lahan serta kondisi pasang surut air (R. A. Putri & Julianti, 2025)

Keunggulan biofiltrasi di daerah pesisir meliputi kemudahan operasional, biaya investasi dan operasional yang rendah, serta kemudahan pemeliharaan. Media *Biofiltrasi* yang digunakan dapat berupa bahan lokal seperti batok kelapa, kerikil, atau media sintetis seperti bioball, yang mendukung pertumbuhan mikroba pengurai secara optimal (R. A. Putri & Julianti, 2025). Efisiensi pengolahan *Biofiltrasi* telah terbukti mampu menurunkan parameter pencemar seperti BOD

(a) Sumber: (Kemenkes, 2023)

(b) Sumber: (Kemenkes, 2023)

Gambar 2. 6 (a) *Repeated Processing Septictank* (b) Skema Pengolahan Air Limbah RPS

- a. Kemudahan Operasional dan Pemeliharaan
 - Operasional: RPS mudah dioperasikan oleh masyarakat tanpa memerlukan keahlian teknis khusus. Sistem ini dirancang sebagai jamban gantung yang dapat dipasang langsung di rumah panggung, sehingga tidak memerlukan penggalian tanah seperti septiktank konvensional (Fatmawati *et al.*, 2024) (Nindito *et al.*, 2024)
 - Pemeliharaan: Pemeliharaan RPS bersifat sederhana, cukup dengan melakukan pemeriksaan berkala untuk memastikan tidak terjadi penyumbatan dan menguras lumpur secara periodik. Pengguna diimbau untuk tidak membuang sampah non-organik ke dalam kloset agar sistem tetap optimal
- b. Ketahanan Terhadap Pasang Surut dan Adaptabilitas
 - Ketahanan: RPS sangat adaptif terhadap fluktuasi muka air akibat pasang surut sungai atau laut. Sistem ini tetap berfungsi optimal meskipun terjadi perubahan ketinggian air, sehingga cocok untuk rumah panggung di atas air atau daerah rawan banjir.(Nindito *et al.*, 2024)
 - Adaptabilitas: Dapat diterapkan di berbagai kondisi geografis, baik di bantaran sungai, rawa, maupun pesisir, serta mudah dipasang pada rumah panggung atau rumah apung
- c. Kemudahan Konstruksi dan Biaya

Teknologi *Repeated Processing Septic Tank* (RPS) dirancang dengan mempertimbangkan kemudahan konstruksi yang dapat diakses oleh masyarakat di daerah pesisir dan bantaran sungai. Sistem ini dibangun menggunakan pipa PVC dan bahan lokal lain yang mudah diperoleh di pasaran. Proses pemasangan RPS relatif cepat dan tidak memerlukan lahan yang luas, sehingga sangat cocok untuk lingkungan dengan keterbatasan ruang seperti rumah panggung di kawasan pesisir. Dari segi biaya, investasi awal pembuatan RPS tergolong rendah karena

penggunaan material yang sederhana dan teknik konstruksi yang mudah dilakukan. Selain itu, biaya operasionalnya juga minim karena sistem ini beroperasi secara pasif tanpa memerlukan energi eksternal seperti listrik, sehingga sangat ekonomis untuk diterapkan di komunitas dengan sumber daya terbatas.

d. Efisiensi Bahan Baku dan Dampak Lingkungan

Penggunaan pipa PVC dan media sederhana dalam konstruksi RPS menjadikan teknologi ini efisien dalam hal pemanfaatan bahan baku. Selain itu, desain yang modular dan mudah direplikasi memungkinkan teknologi ini untuk diterapkan di berbagai daerah dengan kondisi serupa. Dari sisi lingkungan, RPS memberikan dampak positif yang signifikan. Sistem ini mampu mengolah limbah domestik secara efektif sebelum dibuang ke lingkungan, sehingga menurunkan tingkat pencemaran sungai dan badan air di sekitarnya. Implementasi RPS juga terbukti berkontribusi dalam pengurangan angka infeksi dan kasus *stunting* pada anak-anak di daerah pesisir, yang merupakan indikator penting dalam peningkatan kualitas kesehatan masyarakat.

e. Efisiensi Pengolahan

Proses pengolahan limbah dalam sistem RPS dilakukan dengan memisahkan padatan dan cairan secara berulang, yang memperpanjang waktu pengolahan dan meningkatkan efisiensi degradasi bahan organik. Sistem ini terdiri dari beberapa zona, yaitu zona gas dan buih (*scum*), zona pengendapan, zona lumpur, dan zona stabilisasi, yang bekerja secara sinergis untuk mengoptimalkan penguraian limbah. Berdasarkan data lapangan, efisiensi pengolahan limbah tinja menggunakan RPS dapat mencapai lebih dari 70% untuk parameter organik seperti BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*). Selain itu, sistem ini juga efektif dalam menurunkan konsentrasi bakteri patogen secara signifikan, sehingga berkontribusi pada perbaikan sanitasi lingkungan dan kesehatan masyarakat (Nindito *et al.*, 2024) (Fatmawati *et al.*, 2024).

2.6 Instrumen Penelitian

2.6.1 Kuesioner dan Responden dalam Metode AHP

Berdasarkan Tulisan (Marpaung, 2023). Dalam proses AHP, kuesioner berfungsi sebagai instrumen utama untuk mengumpulkan data dari responden, yang biasanya adalah para pengambil keputusan atau ahli terkait. Kuesioner ini berisi serangkaian pertanyaan perbandingan berpasangan antar kriteria atau alternatif, di mana responden diminta memberikan penilaian tingkat kepentingan relatif dengan menggunakan skala 1-9. Skala ini mencakup nilai penting yang berjenjang mulai dari sama penting (1), sedikit lebih penting (3), hingga mutlak lebih penting (9).

Penilaian dari responden melalui kuesioner tersebut selanjutnya diolah untuk menentukan bobot prioritas masing-masing kriteria dan alternatif. Keakuratan dan validitas hasil AHP sangat bergantung pada konsistensi dan ketepatan penilaian yang diberikan oleh responden. Oleh karena itu, responden dalam konteks AHP adalah individu yang memberikan input atau data melalui kuesioner, yang merupakan sumber utama informasi subjektif untuk mengukur preferensi mereka dalam pengambilan keputusan.

Secara ringkas, kuesioner AHP merupakan media pengumpulan data untuk memahami pola preferensi responden dalam menilai berbagai aspek keputusan, sedangkan responden adalah subjek atau individu yang memberikan penilaian tersebut dalam proses pengambilan keputusan dengan metode AHP.

2.6.1 *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dalam Perencanaan SPALD-S

Analytical Hierarchy Process (AHP) adalah sebuah metode untuk membantu pengambilan keputusan yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty pada tahun 1970-an. AHP dirancang untuk menyelesaikan masalah kompleks dengan memecahnya menjadi bagian-bagian yang lebih kecil dan mudah dikelola. AHP didasarkan pada prinsip dekomposisi (pemecahan masalah menjadi hierarki), perbandingan berpasangan, dan sintesis prioritas. Metode perbandingan dan sintesis prioritas memungkinkan pengambil keputusan untuk membagi permasalahan yang

kompleks ke dalam hierarki yang terdiri dari tujuan, kriteria, sub kriteria dan alternatif.

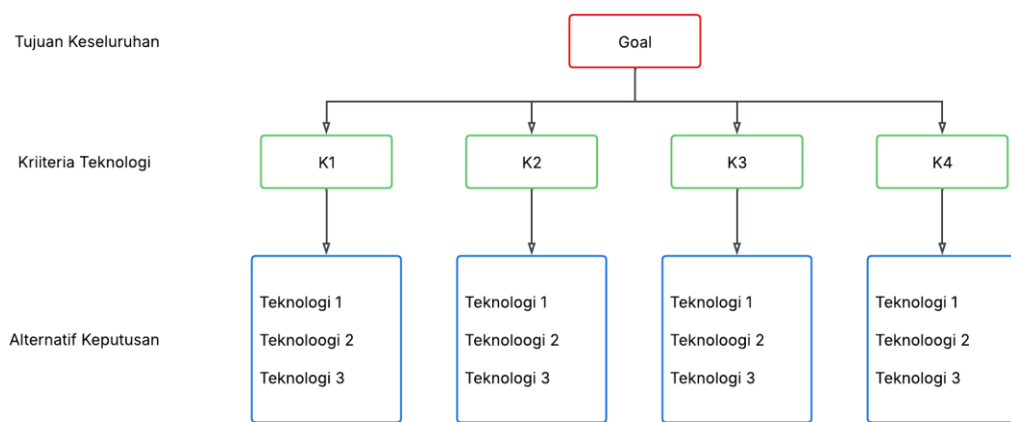
Dalam AHP, masalah diuraikan menjadi beberapa level hierarkis, yang terdiri dari tujuan utama, kriteria, sub kriteria, dan alternatif. Setiap level hierarki saling terkait dan memiliki tingkat prioritas yang berbeda. Kriteria dan alternatif diolah dengan perbandingan berpasangan (*pairwise comparisons*). Dalam berbagai persoalan, skala 1 sampai 9 merupakan skala terbaik untuk memberikan pendapat. Nilai-nilai perbandingan relatif dari seluruh alternatif kriteria bisa disesuaikan dengan *judgement* yang telah ditentukan untuk menghasilkan bobot dan prioritas. Untuk setiap kriteria dan alternatif, perlu dilakukan perbandingan berpasangan. Nilai-nilai perbandingan relatif dari seluruh alternatif kriteria bisa disesuaikan dengan *judgement* yang telah ditentukan untuk menghasilkan bobot dan prioritas.

AHP unggul karena struktur hierarkisnya, yang mempertimbangkan validitas hingga batas toleransi inkonsistensi berbagai kriteria dan alternatif yang dipilih (Parhusip, 2019). AHP juga memperhitungkan daya tahan output analisis sensitivitas pengambilan keputusan. Prinsip-prinsip AHP relevan untuk berbagai masalah multi-kriteria dalam sanitasi dan pengelolaan lingkungan. AHP dapat digunakan untuk:

1. Mengevaluasi dan memprioritaskan berbagai alternatif pengelolaan air limbah berdasarkan kriteria seperti biaya, efektivitas, dampak lingkungan, dan penerimaan masyarakat.
2. Mengidentifikasi faktor-faktor paling penting dalam keberhasilan implementasi SPALD-S di daerah pesisir, seperti kondisi lingkungan, ketersediaan lahan dan dukungan masyarakat.
3. Memilih lokasi yang paling sesuai untuk pembangunan fasilitas pengolahan air limbah dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti jarak dari sumber limbah, topografi, geologi, dan dampak sosial.

2.6.1.1 Perhitungan Metode AHP

Langkah pertama dalam penerapan AHP adalah mendefinisikan masalah dan tujuan penelitian secara jelas. Dalam konteks ini, tujuan utama adalah menentukan kriteria prioritas yang paling relevan dalam perencanaan SPALD-S yang efektif di daerah pesisir. Selanjutnya, struktur hierarki dibangun dengan mengidentifikasi elemen-elemen yang terlibat; di mana level pertama adalah tujuan utama, level kedua mencakup kriteria, dan level ketiga berisi sub kriteria atau alternatif spesifik seperti yang di tunjukan pada gambar 2.1 (kerangka berpikir)



Gambar 2. 7 Struktur Hierarki AHP

Tabel 2. 4 Tabel Perbandingan Berpasangan AHP

Y/X	A	B	C	D	E
A	K1.1	K1.2	K1.3	K1.4	K1.n
B	K2.1	K2.2	K2.3	K2.4	K2.n
C	K3.1	K3.2	K3.3	K3.4	K3.n
D	K4.1	K4.2	K4.3	K4.4	K4.n
E	Km.1	Km.2	Km.3	Km.4	Km.n

Sumber: (Munthafa & Mubarok, 2018)

Setelah struktur hierarki ditetapkan, langkah berikutnya adalah melakukan perbandingan berpasangan antar elemen dalam setiap tingkat hierarki. Proses ini melibatkan penggunaan skala perbandingan Saaty (1-9) untuk menilai tingkat kepentingan relatif antara elemen.

Tabel 2. 5 *Fundamental Scale AHP*

Scale	Degree of preference
1	Equal importance
3	Moderate importance
5	Essential or strong importance
7	Very strong or demonstrated importance
9	Extremely high importance
2,4,6,8	Intermediate values
Reciprocals	Opposite

Sumber: (Awawdeh *et al.*, 2023)

Pemilihan alternatif dilakukan dengan menghitung rata-rata geometrik dari hasil penilaian masing masing responden terhadap alternatif tersedia. Penggunaan rata rata geometrik ini dipilih karena data yang dianalisis berasal dari lebih dari satu responden. Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung rata rata geometrik adalah sebagai berikut (Pamungkas *et al.*, 2022) (Saaty, 2008).

$$\text{Rata Rata Geometrik} = \sqrt[n]{X_1 x X_2 x \dots X_n} \text{ (Saaty, 2008)} \quad (2. 1)$$

Keterangan :

X : Hasil perbandingan berpasangan per kriteria

n : jumlah total responden

Dengan hasil perbandingan berpasangan tersebut, bobot prioritas masing-masing kriteria dan sub kriteria dihitung melalui pembentukan matriks perbandingan berpasangan dan perhitungan *eigen value*. Penting untuk melakukan uji konsistensi pada penilaian yang telah dibuat dengan menghitung *Consistency Ratio* (CR); nilai CR yang diperoleh harus $\leq 0,1$ untuk memastikan bahwa matriks perbandingan konsisten.

Menghitung *eigen value* harus didahului dengan melakukan matriks normalisasi pada matrix perbandingan. Untuk menghitung nilai matriks normalisasi, setiap elemen dibagi dengan total kolomnya:

$$\text{Normalisasi } k_{ij} = \frac{k_{ij}}{\sum_{i=1}^n k_{ij}} \quad (2.2)$$

Setelah menghitung matrix normalisasi maka dapat dilakukan persamaan matematis untuk menentukan *eigen value*.

Hitung rata-rata setiap baris dari matriks normalisasi:

$$w_i = \sum_{i=1}^n k_{ij} / n \quad (2.3)$$

w_i = nilai pembobotan

k_{ij} = matriks normalisasi baris

Hasil ini adalah **vektor bobot prioritas** untuk masing-masing kriteria atau alternatif.

Untuk menghitung *Consistency Ratio* (CR) dalam metode AHP akan di jelaskan dalam rumus perhitungan di bawah ini.

1. Hitung *Consistency Indeks* (CI)

Rumus untuk menghitung CI adalah

$$CI = \frac{\lambda \max - n}{n - 1} \quad (2.4)$$

Dimana :

CI : *Cinsistency Index*

$\lambda \max$: nilai *Eigenvalue* maksimum dari matriks perbandingan berpasangan

n : ukuran matriks (jumlah kriteria yang dibandingkan)

2. Menentukan *Random Consistency Indeks* (RI)

Random Consistency Indeks adalah indeks konsistensi acak yang nilainya tergantung pada ukuran matriks (n) Berikut adalah tabel untuk ukuran matriks.

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ri	0	0	0,58	0,9	0,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

3. Hitung *Consistency Rasio* (CR)

Consistency Rasio dihitung dengan rumus

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2.5)$$

Dimana

CR : *Consistency Ratio*

CI : *Consistency Index*

RI : *Random Consistency Index*

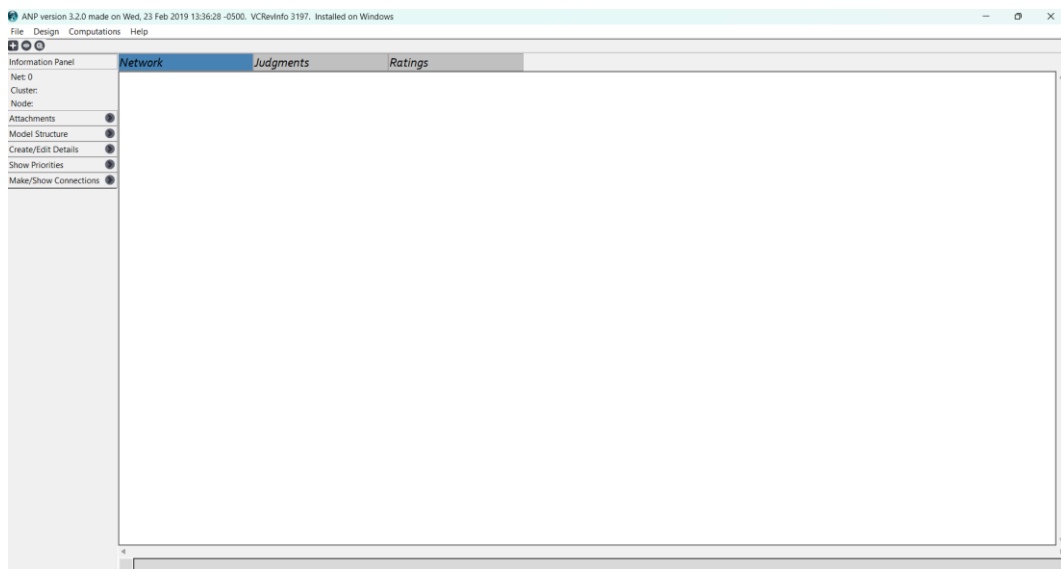
Jika $CR \leq 0,10$ (atau 10%), matriks perbandingan berpasangan dianggap konsisten, dan hasilnya dapat diterima.

Jika $CR > 0,10$, matriks perbandingan berpasangan dianggap tidak konsisten, dan penilaian perlu direvisi.

Setelah langkah tersebut dilaksanakan, bobot prioritas dari semua level hierarki digabungkan untuk menghasilkan urutan prioritas akhir dari alternatif atau kriteria yang dianalisis. Hasil sintesis ini kemudian dianalisis untuk menentukan kriteria atau alternatif terbaik berdasarkan bobot prioritas tertinggi. Dengan demikian, AHP memberikan rekomendasi yang berbasis data untuk kebijakan atau tindakan dalam pengelolaan SPALD-S (Saaty, 2008).

2.6.2 *Super Decision 3.2 Version*

Super Decision adalah perangkat lunak yang digunakan untuk membantu analisis pengambilan keputusan dengan mengimplementasikan metode AHP dan ANP. Aplikasi ini dikembangkan oleh tim di bawah bimbingan Thomas L. Saaty dan Rozann W. Saaty, yang juga merupakan penciptanya. *Super Decision* memudahkan pengguna dalam memberikan bobot pada berbagai kriteria dan alternatif guna mencapai tujuan tertentu. Proses perhitungannya serupa dengan metode AHP secara manual, namun memiliki keunggulan berupa pengolahan otomatis. Hal ini dapat terlihat pada Gambar 2.8 yang menampilkan tampilan antarmuka umum dari perangkat lunak tersebut (Redjadi, 2024).

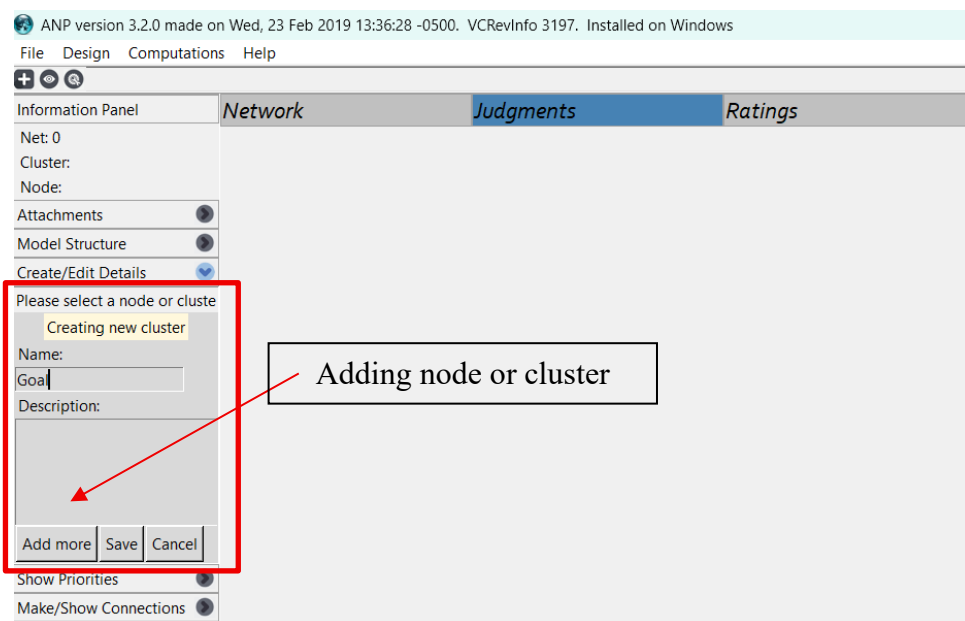


Gambar 2. 8 Antarmuka Umum Perangkat Lunak *Super Decision*

Dalam membangun model AHP menggunakan perangkat lunak *Super Decision*, pemahaman terhadap fitur-fitur yang tersedia sangat penting untuk mendukung proses pemodelan dan mencapai tujuan yang diinginkan. Pada versi 3.2, *Super Decision* menyediakan berbagai fitur seperti *Model Structure*, *Create and Edit Details*, *Make and Show Connection*, *Pairwise Comparisons*, dan lainnya. Untuk tahapan penggunaan perangkat lunak *Super Decision* versi 3.2 antara lain:

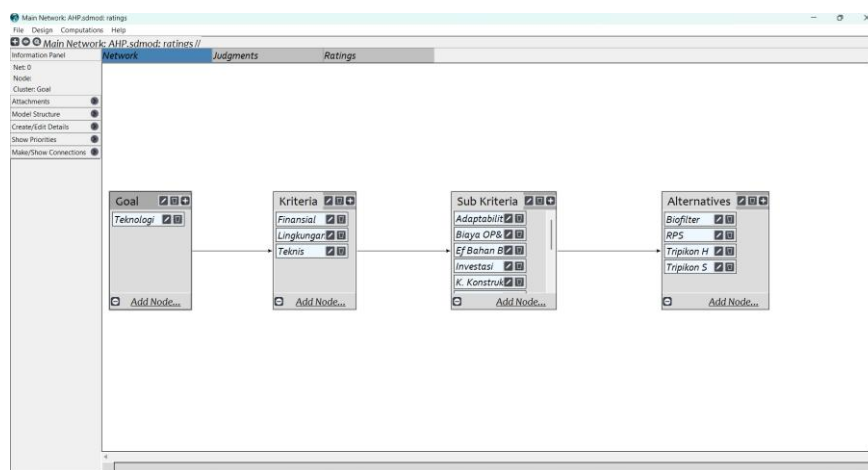
1. Membuat struktur masalah (Hierarki)

Tahap awal dimulai dengan pengambil keputusan (decision maker) menyusun deskripsi struktur masalah atau hierarki dari suatu studi kasus. Proses ini dilakukan menggunakan fitur “Design”, khususnya pada bagian “Cluster” dan “Node”, seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 2. 9 Antarmuka Input Node dan Cluster di Aplikasi *Super Decision*

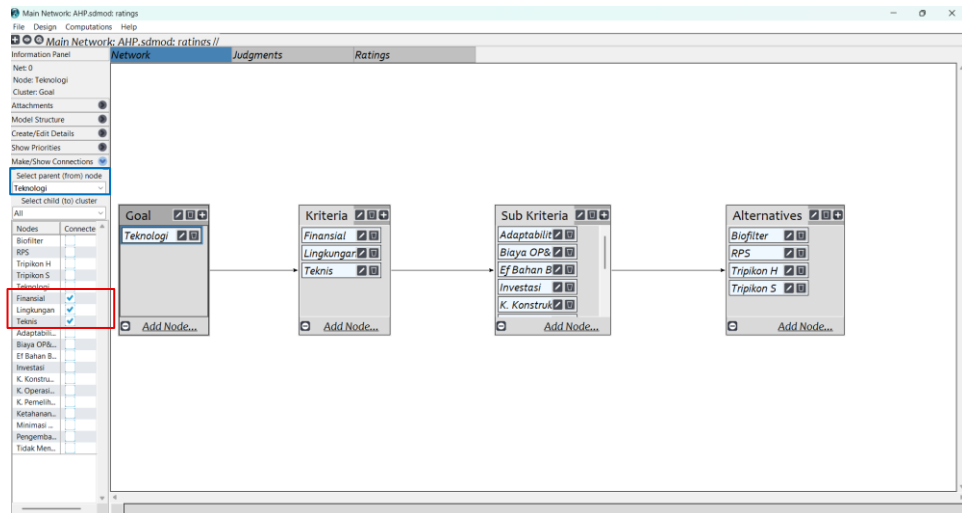
Berikut contoh hasil dari pembuatan cluster dan node.



Gambar 2. 10 Model Jaringan AHP untuk Pemilihan Teknologi SPALD-S

2. Menentukan arah atau hubungan tiap elemen dalam cluster

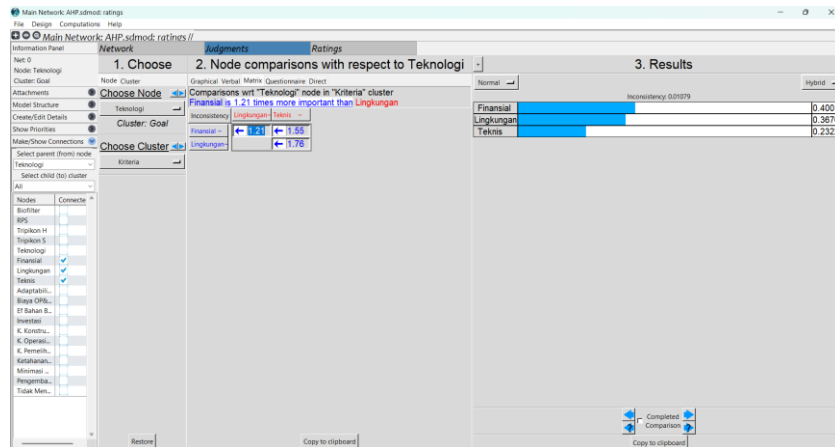
Untuk pada tahapan selanjutnya, *decision maker* akan melakukan penentuan *connection* atau hubungan (keterkaitan) antara cluster maupun node. Berikut merupakan gambaran hasil dari tahapan penentuan hubungan (keterkaitan) antara cluster dan node.



Gambar 2. 11 Struktur Jaringan (Network) AHP dengan Keterhubungan Antar Cluster

3. Melakukan pembobotan perbandingan berpasangan (*Pairwise Comparison*)

Setelah menyelesaikan dua tahapan awal, pengambil keputusan (*decision maker*) memberikan bobot pada setiap perbandingan, baik antar-cluster maupun antar-node. Pada tahap ini akan muncul nilai inconsistency, yaitu indikator konsistensi penilaian dalam perbandingan berpasangan. Nilai tersebut menjadi syarat penting: jika terdapat lebih dari satu cluster atau node yang dibandingkan, maka nilai inconsistency harus $\leq 0,1$. Berikut adalah ilustrasi tahapan pemberian bobot perbandingan berpasangan.



Gambar 2. 12 Input Data Matriks AHP dalam *Super Decision*

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Pendekatan Umum

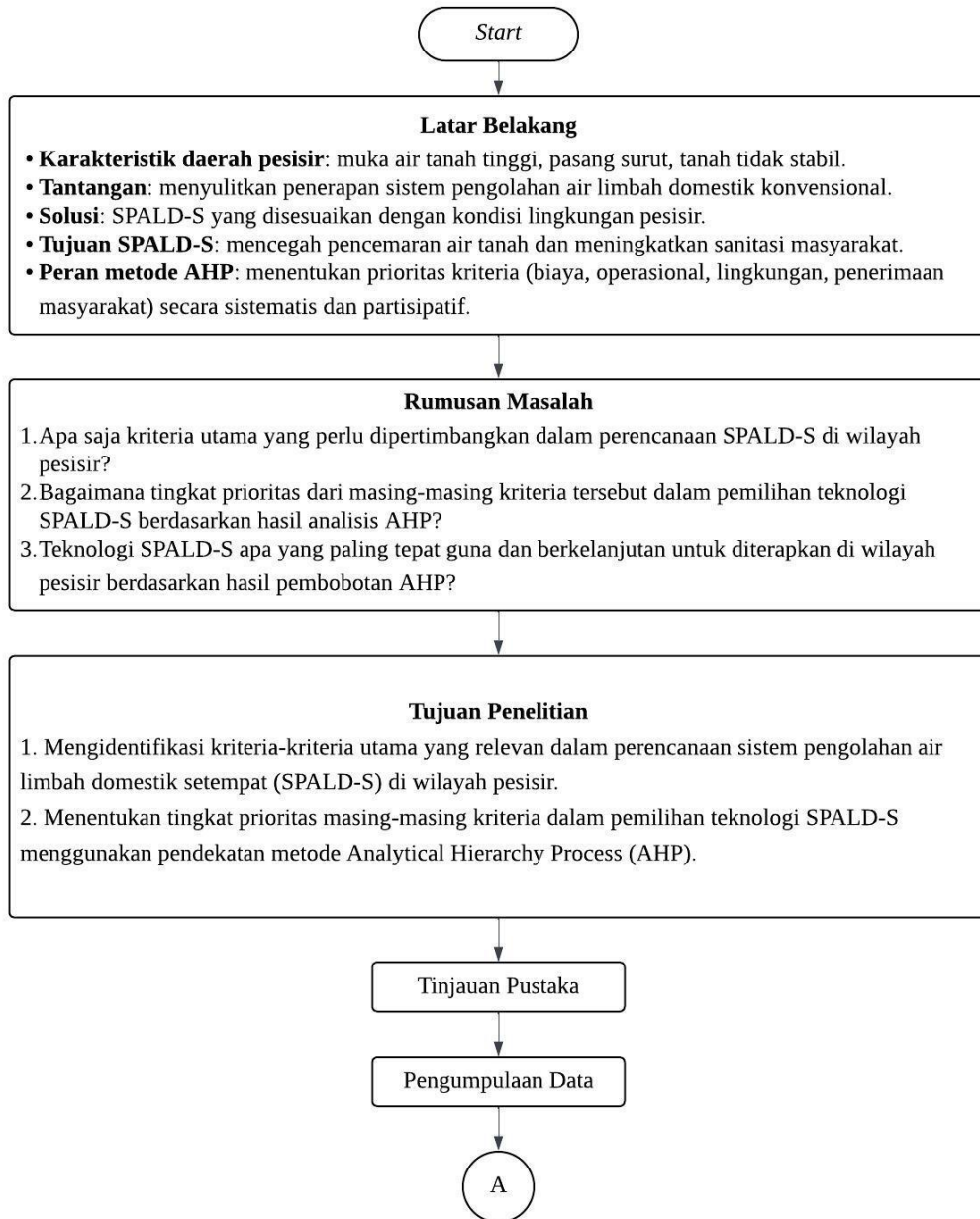
Berdasarkan kajian pustaka, dapat disimpulkan bahwa pengelolaan air limbah domestik setempat (SPALD-S) di daerah pesisir memiliki tantangan unik yang memerlukan perencanaan berbasis kriteria yang jelas dan terstruktur. Berbagai metode dan teknologi telah dikembangkan untuk mengatasi kendala lingkungan di wilayah pesisir, namun pemilihan sistem yang tepat masih menjadi permasalahan yang kompleks. Oleh karena itu, dalam penelitian ini digunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) untuk menentukan prioritas kriteria dalam perencanaan SPALD-S, sehingga dapat menghasilkan rekomendasi sistem yang sesuai dengan karakteristik daerah pesisir.

Bab ini akan menjelaskan secara rinci metode yang digunakan dalam penelitian, termasuk desain penelitian, lokasi dan populasi penelitian, metode pengumpulan data, serta teknik analisis data. Pendekatan yang digunakan diharapkan dapat menghasilkan hasil penelitian yang objektif dan dapat diterapkan dalam perencanaan sistem pengelolaan air limbah domestik yang lebih berkelanjutan di daerah pesisir.

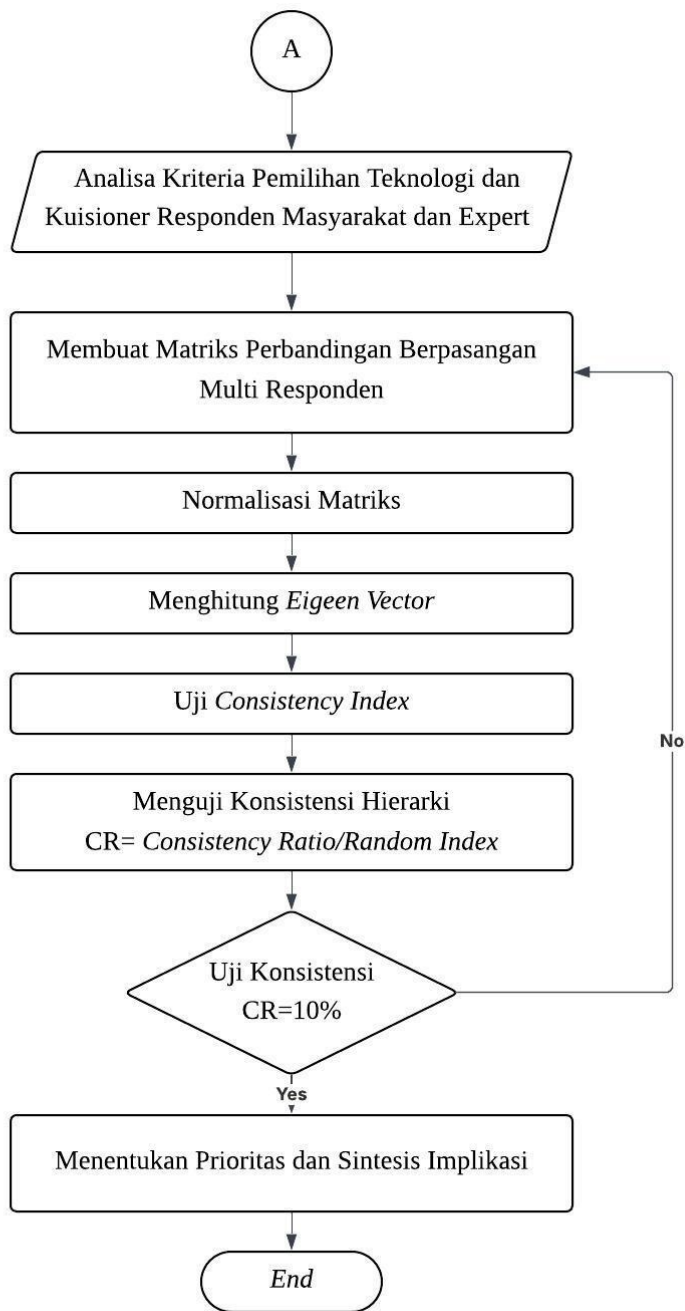
Agar Pelaksanaan studi dapat memberikan output dengan tepat, peneliti harus mempunyai pengetahuan dan penilaian terhadap beberapa hal antara lain

- a. Kondisi fisik daerah studi dan rencana pengembangan wilayah
- b. Gambaran kondisi masyarakat dalam kaitannya dengan air limbah.
- c. Pemahaman terhadap studi studi terkait

3.2 Tahapan Penelitian



Gambar 3. 1 Rencana Alur Penelitian



Gambar 3. 2 Lanjutan Rencana Alur Penelitian

3.3 Lokasi Perencanaan

Lokasi penelitian berada di wilayah pesisir Kabupaten Demak, Jawa Tengah, dengan fokus utama di Dusun Sodong, Desa Sidogemah, Kecamatan Saung.

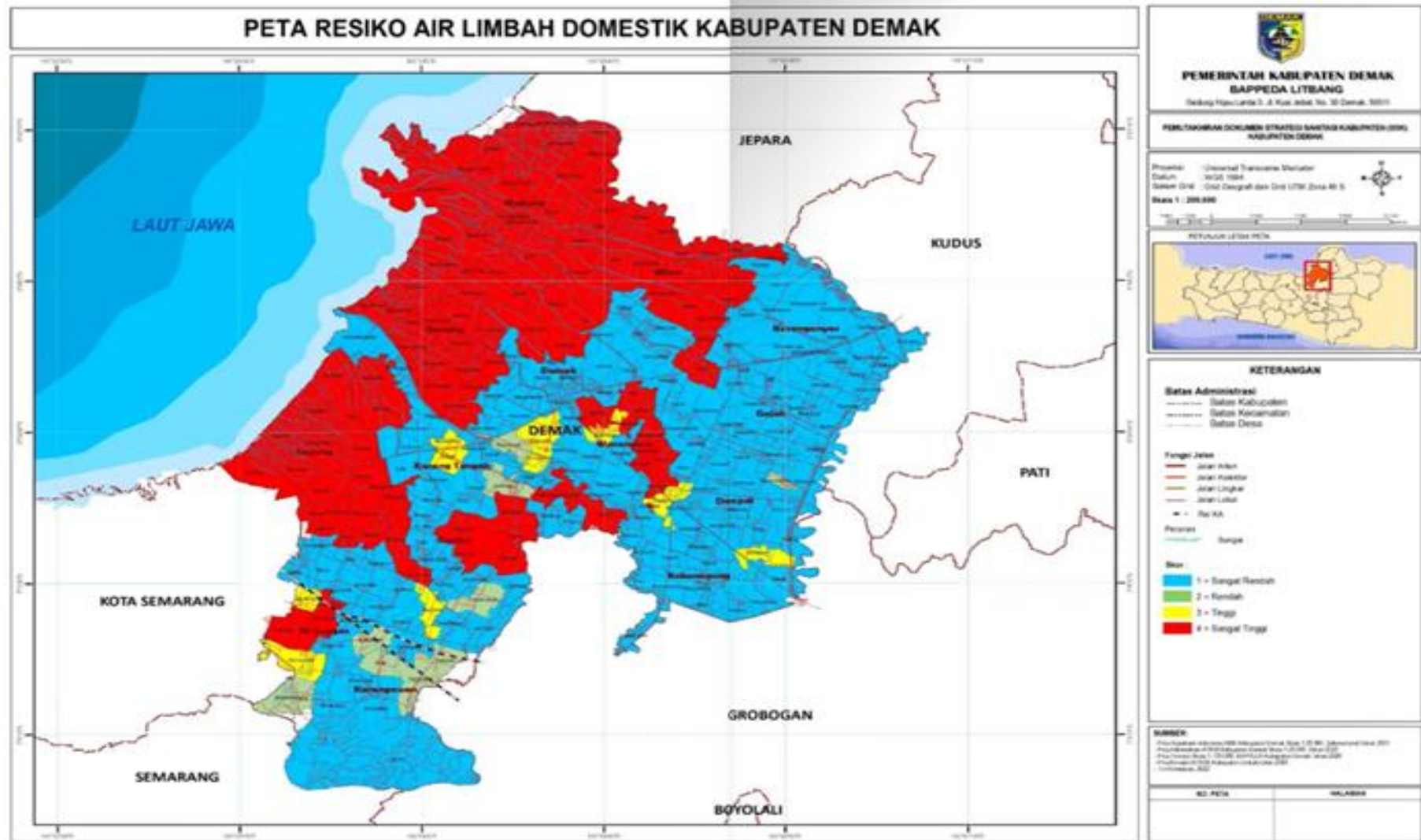


Gambar 3. 3 Peta Wilayah Pelayanan

Sebagai bagian dari upaya peningkatan kualitas lingkungan permukiman, pemilihan lokasi perencanaan menjadi faktor penting yang harus didasarkan pada urgensi dan kebutuhan nyata di lapangan. Berdasarkan Peta Lokasi Perencanaan, area yang menjadi fokus kajian terletak di Dusun Sodong, Desa Sidogemah, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak, yang merupakan wilayah pesisir dengan karakteristik padat permukiman.

Kecamatan ini merupakan salah satu wilayah pesisir yang kerap mengalami genangan air akibat rob dan pasang surut air laut. Kondisi ini menjadikan Kecamatan Sayung sebagai lokasi yang relevan untuk mengkaji perencanaan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Setempat (SPALD-S) yang sesuai dengan tantangan lingkungan pesisir. Pemilihan lokasi ini juga didasarkan pada kompleksitas permasalahan sanitasi, keterbatasan infrastruktur pengelolaan limbah, serta urgensi perlunya sistem pengolahan air limbah yang adaptif terhadap kondisi genangan dan muka air tanah yang tinggi.

Untuk mendukung pemilihan lokasi tersebut, dilakukan analisis berbasis data spasial melalui Peta Risiko Air Limbah Domestik Kabupaten Demak (Gambar 3.3). Peta ini menunjukkan bahwa wilayah Kecamatan Sayung, termasuk Desa Sidogemah, tergolong ke dalam kategori risiko sangat tinggi terhadap pencemaran air limbah domestik. Warna merah pada peta mengindikasikan tingginya potensi pencemaran yang dapat berdampak buruk terhadap kesehatan masyarakat dan kualitas lingkungan, khususnya di kawasan padat dan pesisir seperti Sodong.



Sumber : Strategi Sanitasi Kabupaten Demak

Gambar 3. 4 Peta Risiko Air Limbah Domestik Kabupaten Demak

Kondisi ini menunjukkan bahwa daerah perencanaan sangat membutuhkan intervensi berupa pembangunan atau peningkatan sistem pengelolaan air limbah domestik yang layak dan berkelanjutan. Oleh karena itu, perencanaan prasarana sanitasi, khususnya pengelolaan air limbah domestik, menjadi sangat relevan untuk dilaksanakan di lokasi ini.

3.4 Sumber dan Pengolahan Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer, dimana data yang diperoleh langsung dari objek penelitian melalui kuesioner dan atau mewawancarai masyarakat peisisr Kabupaten Demak.

3.4.1 Responden

Dalam penelitian ini, keterlibatan responden merupakan elemen penting dalam mendukung proses pengambilan keputusan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP). AHP merupakan pendekatan kuantitatif yang mengandalkan penilaian objektif para pemangku kepentingan terhadap kriteria dan alternatif yang dianalisis. Oleh karena itu, kualitas hasil analisis sangat bergantung pada keakuratan dan keterwakilan data dari responden yang terlibat.

Responden dipilih berdasarkan keterkaitan mereka terhadap isu pengelolaan air limbah domestik di kawasan pesisir. Total jumlah responden yang dilibatkan dalam penelitian ini adalah masyarakat dan *expert*, dengan pembagian sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Tabel Pembagian Responden Penelitian

No.	Responden	Jumlah
1	Masyarakat Pesisir Rumah Panggung dan Darat	11 Orang
2	<i>Expert</i> (Alumni dan Mahasiswa Teknik Lingkungan serta Dinas PUTaRu Kabupaten Demak)	5 Orang



Gambar 3. 5 Proses Kuesioner Masyarakat Pesisir Kab Demak

Setiap responden mewakili pengguna langsung sistem pengolahan air limbah di wilayah pesisir. Responden ini memberikan gambaran nyata tentang kebutuhan, penerimaan, dan persepsi terhadap teknologi SPALD-S di lingkungan mereka. Setiap responden diberikan kuesioner AHP berupa perbandingan berpasangan untuk menilai tingkat kepentingan antar kriteria dan alternatif teknologi SPALD-S. Hasil penilaian ini digunakan untuk menyusun matriks keputusan yang akan dianalisis guna memperoleh bobot prioritas dari masing-masing elemen.

Pendekatan ini memastikan bahwa proses pengambilan keputusan bersifat partisipatif, kontekstual, dan berbasis data, sehingga teknologi pengolahan air limbah yang terpilih dapat diterapkan secara efektif dan berkelanjutan di wilayah pesisir yang menjadi lokasi studi.

Dari populasi tersebut, sebanyak 11 orang dilibatkan sebagai responden. Pemilihan responden mempertimbangkan keragaman dari masyarakat, sehingga meskipun jumlahnya tidak besar, pendapat yang dihimpun dianggap dapat mewakili persepsi masyarakat di area penelitian. Jumlah responden ini dipilih secara stratified purposive sampling sehingga dapat mewakili kelompok utama masyarakat di Dusun Sodong yang mayoritas

sebagai buruh dan petambak ikan. Responden juga melibatkan perangkat desa atau tokoh masyarakat yang mengetahui kondisi setempat.

Dalam penelitian ini, selain masyarakat sebagai pengguna langsung, juga dilibatkan *expert* yang terdiri dari alumni dan mahasiswa Teknik Lingkungan. Peran *expert* sangat penting untuk memberikan pertimbangan teknis dan akademis dalam proses penilaian, terutama terkait dengan aspek desain, operasional, dan keberlanjutan teknologi SPALD-S.

Keterlibatan *expert* membantu memastikan bahwa hasil pembobotan tidak hanya merefleksikan pengalaman sehari-hari masyarakat, tetapi juga mempertimbangkan standar teknis, efisiensi, serta potensi implementasi jangka panjang. Dengan demikian, hasil analisis lebih seimbang karena menggabungkan pengetahuan lokal (*local knowledge*) dari masyarakat dengan pengetahuan ilmiah (*scientific knowledge*) dari para *expert*.

Responden *expert* diberikan kuesioner yang sama berupa perbandingan berpasangan, namun fokus penilaian mereka lebih menitikberatkan pada keberlanjutan teknis, efektivitas pengolahan, serta kesesuaian dengan prinsip lingkungan. Kombinasi dari kedua kelompok responden ini menghasilkan gambaran yang lebih komprehensif untuk menentukan prioritas teknologi SPALD-S yang paling sesuai di kawasan pesisir

. Hasil survei ini kemudian digunakan dalam proses penentuan bobot prioritas menggunakan metode AHP. Pendekatan ini sesuai dengan sifat penelitian AHP yang menitik beratkan pada kelompok yang memahami kondisi wilayah, bukan pada jumlah sampel besar untuk generalistik.

3.3.2 Prosedur Olahan Data

Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) digunakan dalam penelitian ini untuk menentukan bobot prioritas kriteria dan alternatif teknologi SPALD-S berdasarkan penilaian para responden. Secara umum,

AHP menggunakan skala 1-9 yang dikembangkan oleh Saaty, dimana responden diminta menilai tingkat kepentingan relatif antar elemen yang dibandingkan.



Gambar 3. 6 Tahap Penyusunan dan Pengaplikasian Keputusan

Namun berdasarkan hasil observasi awal, diketahui bahwa sebagian besar responden, khususnya masyarakat di wilayah pesisir, memiliki pengetahuan yang masih terbatas terkait isu air limbah domestik dan teknologi pengolahannya. Hal ini menyebabkan responden mengalami kesulitan dalam memahami perbedaan tingkat kepentingan pada skala perbandingan AHP 1-9 yang standar. Penelitian ini menyederhanakan skala perbandingan AHP menjadi tiga tingkat penilaian untuk memudahkan masyarakat dalam mengekspresikan preferensinya. Penyederhanaan ini didasarkan pada gagasan bahwa skala tetap seperti yang dikembangkan oleh Saaty (1977) tidak selalu sesuai untuk semua responden. Pendekatan ini selaras dengan filosofi individualisasi skala sebagaimana dikembangkan dalam penelitian BAGINS (F. Ahmed & Kilic, 2022), yang menekankan pentingnya kesesuaian persepsi individu terhadap nilai linguistik dalam pengambilan keputusan AHP

Untuk mengatasi kendala tersebut, penulis melakukan penyederhanaan pada skala penilaian AHP menjadi 3 tingkatan dengan ketentuan sebagai berikut

Tabel 3. 2 *Fundamental Scale* Modifikasi AHP

<i>Fundamental Scale (Row v Column)</i>	
<i>Important</i>	2
<i>Equal Important</i>	1
<i>Less Important</i>	1/2

Modifikasi ini dilakukan dengan tujuan utama untuk menyederhanakan proses pengisian kuesioner, sehingga responden dapat lebih mudah memahami instruksi dan memberikan penilaian secara konsisten. Penyederhanaan skala juga diharapkan dapat meningkatkan validitas dan reliabilitas data yang diperoleh, mengingat latar belakang responden yang beragam dan tidak semua terbiasa dengan metode perbandingan berpasangan yang kompleks. Modifikasi ini dilakukan dengan mempertimbangkan kerentanan metode AHP tradisional terhadap tidak konsistennan jawaban, terutama saat jumlah responden cukup banyak. Skala 1-2 dinilai lebih sederhana, intuitif dan tidak membingungkan responden awam, sehingga dapat mengurangi beban kognitif dan meminimalkan tidak konsistennan dalam pengisian kuesioner (Pascoe *et al.*, 2024)

Seluruh proses pengolahan data AHP tetap mengikuti tahapan utama yaitu :

- Penyusunan matriks perbandingan berpasangan berdasarkan hasil kuesioner
- Perhitungan bobot prioritas tiap kriteria dan alternatif
- Pengujian konsistensi matriks penilaian

Perbedaan utama terletak pada nilai input yang lebih sederhana, yakni hanya 1 dan 2, sehingga interpretasi hasil tetap dapat dilakukan secara

sistematis sesuai prinsip AHP, namun dengan pendekatan yang mudah diterima oleh responden.

BAB IV

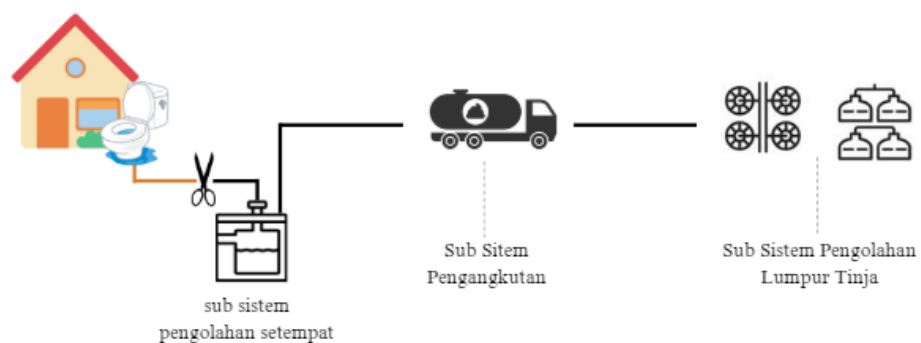
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Identifikasi Kondisi Fisik Area Studi

4.1.1 Kondisi Eksisting

Berdasarkan hasil observasi lapangan dan pengumpulan data, kondisi eksisting pengelolaan air limbah domestik di wilayah pesisir Kabupaten Demak menunjukkan bahwa sebagian besar rumah tangga belum memiliki sistem SPALD-S yang memadai.


Jika dibandingkan dengan bagan alir sistem pengelolaan air limbah domestik (SPALD) sesuai Permen PUPR No. 4 Tahun 2017, terlihat bahwa rantai layanan sanitasi di wilayah ini belum berjalan secara utuh. Tahap sumber air limbah (black water dan grey water) sudah jelas berasal dari aktivitas rumah tangga, namun pada tahap berikutnya yaitu antarmuka pengguna (user interface), masyarakat masih menggunakan tangki septik sederhana yang tidak memenuhi standar teknis, bahkan sebagian lainnya langsung membuang air limbah ke saluran drainase atau lingkungan sekitar.





Sumber: Permen PUPR No. 4 2017

Gambar 4. 1 Komponen SPALD-S Sesuai Kondisi Eksisting

Tabel 4. 1 Kondisi Eksisting Area Pesisir Kabupaten Demak

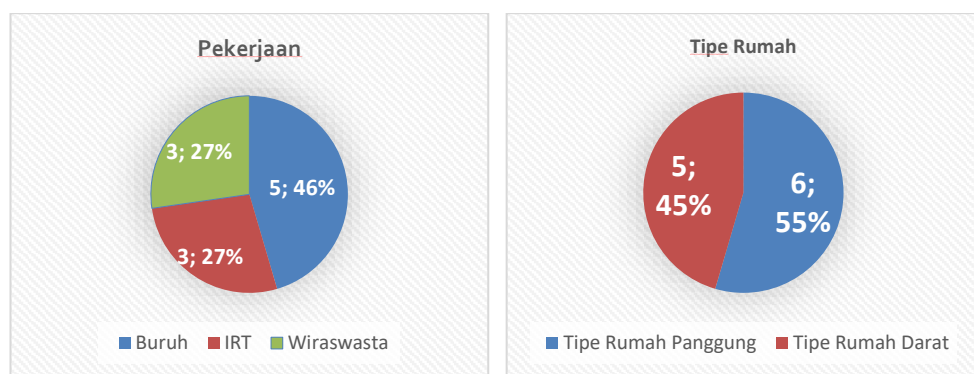
No	Kriteria	Kondisi Eksisting	Dokumentasi
1	Potensi Risiko	<p>1. Kondisi Umum Lingkungan</p> <p>Lokasi berada di daerah pesisir/rawa dengan elevasi rendah (sekitar 3 meter hingga -1 meter dari permukaan laut). Lingkungan didominasi oleh badan air (sungai atau tambak), dengan akses jalan sempit yang berada di atas tanggul atau jalur sempit di tepi air. Infrastruktur jalan dan jembatan besar di latar belakang (jalan tol atau jalan utama yang melintasi daerah ini).</p> <p>2. Kondisi Bangunan</p> <p>Sebagian bangunan berdiri di atas tiang pancang dari bambu atau beton, menandakan bahwa daerah memang merupakan wilayah air. Dinding bangunan terbuat dari batako ringan atau hebel, dengan fondasi ditopang</p>	

		oleh kombinasi struktur beton dan tiang bambu. Terlihat ada dek bambu di bawah bangunan,	
2	Sistem Pengolahan Air Limbah tidak sesuai dengan persyaratan teknis	Limbah domestik (greywater dan blackwater) langsung dibuang ke badan air di bawah rumah tanpa pengolahan (buang langsung). Air limbah dapur dan mandi (greywater) langsung mengalir ke lingkungan sekitar tanpa filtrasi.	

4.2 Identifikasi Masyarakat Kawasan Studi

4.2.1 Karakteristik Responden

Sebanyak 11 responden terlibat dalam pengisian kuesioner penelitian ini. Responden merupakan masyarakat yang tinggal di wilayah pesisir Kabupaten Demak dan dipilih karena memiliki keterkaitan langsung dengan kondisi sistem pengelolaan air limbah domestik setempat (SPALD-S).



Gambar 4. 2 Grafik Karakteristik Responden Masyarakat Pesisir Kab Demak

Berdasarkan jenis pekerjaan, responden terbagi menjadi

- Buruh : 46 %
- Ibu Rumah Tangga : 27%
- Wiraswasta : 27 %

Kondisi ini menggambarkan bahwa sebagian besar responden **memiliki pendapat yang relatif terbatas**, sehingga aspek biaya menjadi faktor penting dalam pemilihan teknologi SPALD-S yang sesuai.

Dominasi rumah panggung menunjukkan adaptasi masyarakat pesisir terhadap risiko banjir rob dan genangan akibat pasang surut air laut. Hal ini menjadi pertimbangan teknis penting dalam menentukan desain dan teknologi sanitasi dapat diterapkan.



Gambar 4. 3 Grafik Akses Sanitasi Responden Masyarakat Pesisir Kab Demak

Masyarakat di sekitar pesisir Kab Demak sudah memiliki toilet individu di rumah masing masing. Tidak ada responden yang menggunakan toilet bersama atau tidak memiliki toilet. Kondisi ini menunjukkan bahwa tingkat kepemilikan fasilitas sanitasi di wilayah penelitian cukup baik, meskipun kualitas dan standar teknis toilet yang dimiliki belum tentu memenuhi kriteria SPALD-S yang layak.

4.3 Identifikasi Kriteria dan Opsi Teknologi

Dalam proses identifikasi kriteria dan sub kriteria digunakan studi literatur sebagai dasar penentuan. Berbagai sumber pustaka yang relevan untuk merumuskan kriteria yang dianggap penting dalam pemilihan teknologi pengolahan air limbah di pesisir dengan kondisi yang sesuai. Pendekatan ini bertujuan memastikan bahwa kriteria yang dipilih memiliki landasan teoritis yang kuat dan sesuai dengan konteks penelitian.

4.3.1 Analisa Kriteria Perencanaan SPALD-S yang Relevan untuk Daerah Pesisir

Dalam merumuskan strategi penelitian, digunakan metode *Analytical Hierarchy Process* sebagai pendekatan pengambilan keputusan untuk

menetapkan prioritas, yang selanjutnya dijadikan dasar strategi peningkatan akses sanitasi layak bagi rumah tangga di Pesisir Dusun Sodong, Kecamatan Sidogemah. Penetapan prioritas ini mempertimbangkan indikator sanitasi yang mencakup 3 aspek, sebagaimana yang dikemukakan oleh (Pamungkas *et al.*, 2022) dan (Minandre Wiratama *et al.*, 2025) yaitu sebagai berikut:

1. Aspek Teknis
2. Aspek Finansial
3. Aspek Lingkungan.

Pertimbangan ketiga aspek atau kriteria tersebut didasarkan pada kondisi khas wilayah pesisir Kabupaten Demak. Secara teknis, keberadaan muka air tanah yang tinggi, intrusi air laut dan keterbatasan lahan menjadi faktor penentu dalam memilih teknologi tanki septik yang tepat. Dari sisi Finansial, keterbatasan kemampuan ekonomi masyarakat menuntut penggunaan teknologi yang terjangkau, baik dari segi biaya pembangunan maupun operasional. Sementara itu, aspek lingkungan menjadi krusial mengingat ekosistem pesisir yang rentan serta potensi dampak terhadap kesehatan masyarakat. Oleh karena itu ketiga kriteria ini dipandang sebagai faktor kunci untuk memastikan teknologi yang dipilih dapat diterapkan secara efektif, berkelanjutan dan ramah lingkungan.

Dalam metode AHP yang digunakan pada penelitian ini muncul sebuah *Goals*, Kriteria dan Sub Kriteria serta alternatif dalam pembangunan sanitasi yang tersaji pada tabel.

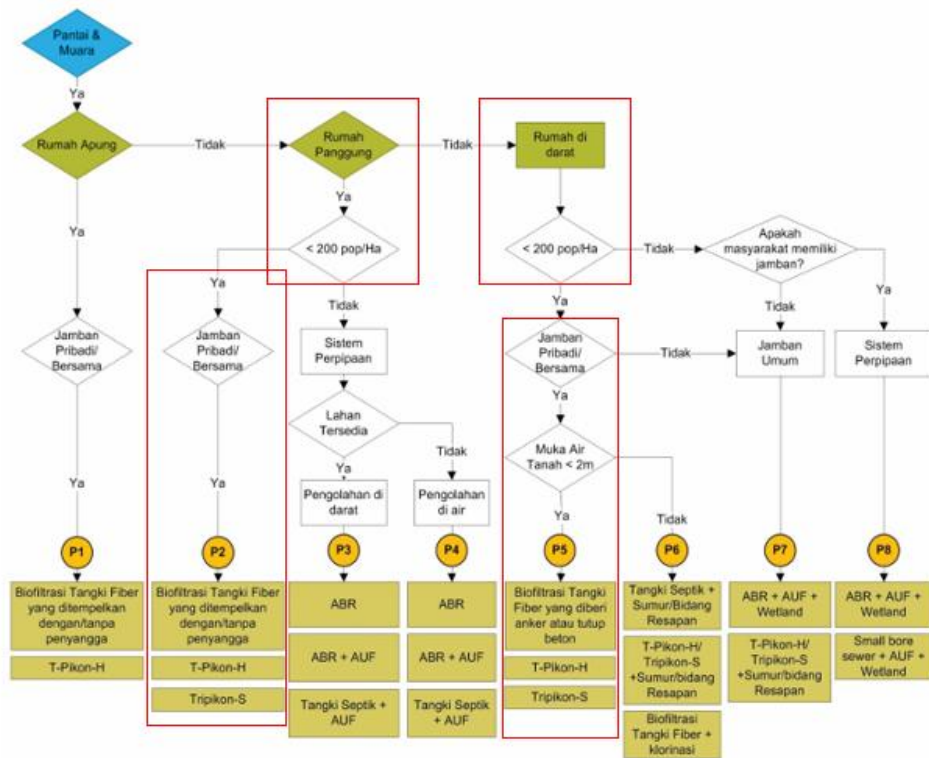
Tabel 4. 2 Kriteria Perencanaan SPALDS Daerah Spesifik Pesisir

No	Kriteria	Keterangan
1	Teknis	
1a	Kemudahan Operasional	Apakah pengguna bisa mengoperasikan sistem tanpa pelatihan khusus (D. W. Putri, 2017)
1b	Ketahanan terhadap Pasang Surut	SPALD-S harus dirancang agar tahan terhadap fluktuasi muka air tanah dan potensi intrusi air laut yang umum terjadi di daerah pesisir (Wardhani & Rosmeiliyana, 2021).
1c	Adaptabilitas	Kemampuan teknologi menyesuaikan diri dengan berbagai kondisi lokal (D. W. Putri, 2017)
1d	Kemudahan Pemeliharaan	Sistem harus mudah dioperasikan dan dipelihara oleh masyarakat setempat, dengan mempertimbangkan ketersediaan sumber daya dan keterampilan teknis (Oktiawan <i>et al.</i> , 2018)
1e	Kemudahan Konstruksi	Tingkat Kesulitan Pembangunan awal dari sistem (D. W. Putri <i>et al.</i> , 2013)
2	Finansial/Ekonomi	
2a	Biaya Investasi	Biaya awal pembangunan SPALD-S harus terjangkau, terutama bagi masyarakat berpenghasilan rendah (Uyun <i>et al.</i> , 2019)
2b	Biaya Operasional	Biaya operasional dan pemeliharaan SPALD-S harus minimal agar sistem dapat berkelanjutan dalam jangka panjang (Wahyuni <i>et al.</i> , 2018)

No	Kriteria	Keterangan
2c	Pengembangan Lokal	SPALD-S harus dirancang dengan mempertimbangkan kebutuhan dan preferensi masyarakat setempat, serta melibatkan mereka dalam proses perencanaan dan implementasi (Dewi <i>et al.</i> , 2023)
3	Lingkungan	
3a	Efisiensi Bahan Baku	Seberapa hemat bahan baku dalam proses pengolahan (D. W. Putri, 2017).
3b	Minimasi Air Limbah	SPALD-S harus meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan pesisir, seperti pencemaran air tanah dan badan air permukaan (Mustika, 2013)
3c	Tidak Mencemari Sumber Air	Efisiensi removal yang tinggi (Emilia & Ilonka, 2023).

4.3.2 Pilihan Opsi Teknologi

Pemilihan sistem pengolahan air limbah disusun dalam bentuk panduan yang mempertimbangkan beberapa aspek, seperti tingkat kepadatan penduduk, keberadaan fasilitas toilet individu maupun komunal beserta sistem alirannya, ketersediaan lahan pada rumah panggung, serta kondisi muka air tanah pada rumah darat. Melalui kerangka pemilihan ini, dihasilkan beberapa alternatif sistem yang dinilai layak untuk diterapkan. Setiap sistem tersebut kemudian dilengkapi dengan acuan dan pertimbangan penerapan yang mencakup aspek konstruksi, operasional dan pemeliharaan, serta pengelolaan secara menyeluruh sebagai dasar dalam menentukan pilihan sistem berikutnya.



Sumber : (Water and Sanitation Program, 2010)

Gambar 4. 4 Opsi Sanitasi Daerah Spesifik Pantai dan Muara

Berdasarkan panduan pemilihan teknologi pengolahan air limbah domestik (Gambar 4.3), kondisi eksisting di lokasi penelitian sebagian besar responden menempati rumah panggung dan rumah darat. Oleh karena itu, jalur yang relevan dalam kerangka pemilihan ditunjukkan pada kotak merah.

Beragam teknologi sistem pengolahan air limbah yang dapat diterapkan di wilayah perairan sesuai panduan oleh (Djonoputro *et al.*, 2010) dan (Kemenkes, 2023) berdasarkan temuan lapangan adalah sebagai berikut.

Tabel 4. 3 Alternatif Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik Setempat untuk Area pesisir Kabupaten Demak

Alternatif	Teknologi				Penjelasan	Keterangan
	Tripikon S	Tripikon H	Biofiltrasi	RPS		
P2					<p>-Untuk hunian < 200 jiwa per hektar, sistem pengolahan yang dapat diterapkan adalah sistem setempat melalui penggunaan jamban individu maupun jamban komunal.</p>	<p>-Air limbah dapat diolah menggunakan tangki septik fiberglass, Tripikon-S, atau T-Pikon-H maupun RPS. Pada tangki septik fiberglass, instalasi dilakukan dengan menempelkan tangki pada lubang jamban yang sudah ada serta diberi penyangga dari konstruksi kayu agar tetap stabil setelah terisi. Sementara itu,</p> <p>-T-Pikon-H biasanya ditempatkan pada sisi rumah dan juga diperkuat dengan konstruksi kayu. Efluen yang dihasilkan dari tangki septik fiberglass maupun T-Pikon-H dapat langsung dialirkan ke laut.</p> <p>-Adapun Tripikon-S dipasang dengan cara menancapkan sebagian konstruksinya ke tanah atau dasar pantai sehingga mampu menopang beban, bergantung pada tinggi lantai rumah terhadap permukaan tanah atau pantai. Jika pemasangan Tripikon-S tidak memungkinkan mencapai permukaan tanah, maka diperlukan tambahan penyangga.</p> <p>-RPS: Sistem ini dirancang sebagai jamban gantung yang dapat dipasang langsung di rumah panggung, sehingga tidak memerlukan penggalian tanah seperti septiktank konvensional (Fatmawati <i>et al.</i>, 2024) (Nindito <i>et al.</i>, 2024). <i>Repeated Processing Septic Tank</i> (RPS) adalah inovasi septiktank yang dirancang khusus untuk rumah panggung di daerah pesisir, bantaran sungai, dan kawasan berair lainnya. Teknologi ini dikembangkan untuk mengatasi keterbatasan lahan, fluktuasi muka air, serta kebutuhan sanitasi yang layak di permukiman dengan akses terbatas terhadap sistem pengolahan limbah konvensional.</p>
P5					<p>-Untuk rumah darat < 200 jiwa per hektar dan kedalaman muka air tanah di bawah 2 meter, sistem sanitasi setempat dapat menggunakan jamban pribadi maupun bersama.</p>	<p>-Teknologi pengolahan yang direkomendasikan pada kondisi ini meliputi biofiltrasi tangki fiber, T-Pikon-H, dan Tripikon-S, karena relatif mudah dibangun meskipun berada pada wilayah dengan muka air tanah tinggi. Pada tangki fiber, diperlukan modifikasi berupa penambahan anker atau penahan beton guna mencegah tangki terangkat oleh tekanan air tanah. Keunggulan biofiltrasi fiberglass adalah efluen yang dihasilkan sudah memenuhi standar pembuangan ke badan air terdekat tanpa memerlukan pengolahan lanjutan, bahkan kualitasnya dapat</p>

Keterangan



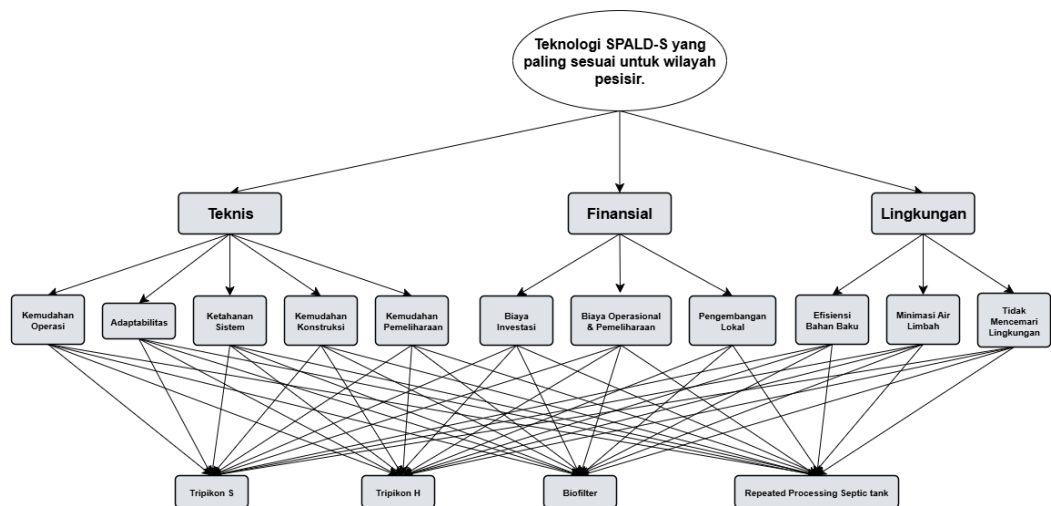
: Cocok Untuk Pengaplikasian

: Kurang Cocok untuk Pengaplikasian

4.4 Analisis Data

4.4.1 Penyusunan Struktur Hierarki

Dalam penelitian ini, metode AHP diterapkan untuk menentukan bobot dari setiap kriteria, sub-kriteria, serta alternatif yang ada. Proses perhitungan bobot tersebut dilakukan menggunakan perangkat lunak *Super Decision*. Sebelum proses perhitungan bobot dilakukan. Terlebih dahulu disusun hierarki pemilihan alternatif teknologi SPALD-S untuk daerah pesisir sebagaimana dijelaskan dalam gambar



Gambar 4. 5 Susunan Hierarki AHP untuk Daerah Spesifik Pesisir Kab. Demak

Berdasarkan gambar di atas, dapat diketahui bahwa tujuan utama sistem yaitu memilih teknologi SPALD-S yang paling sesuai untuk wilayah spesifik pesisir. Pada level dua yaitu kriteria yang berlaku sebagai pembanding, level ketiga yaitu sub-kriteria dari masing masing kriteria, dan level ke empat yaitu alternatif yang menjadi sebuah pilihan untuk mencapai sebuah *goals* atau tujuan

4.5 Pengujian Metode *Analytical Hierarchy Process* Responden Masyarakat

Dalam proses pengujian dengan metode AHP, sampel penelitian melibatkan 11 responden dari masyarakat. Data yang diperoleh untuk setiap kriteria, sub kriteria dan alternatif prioritas dihimpun melalui penilaian tabel matriks penilaian. Sebelum dilakukan perhitungan dengan metode AHP, diperlukan uji konsistensi terhadap nilai hierarki, yaitu dengan batas nilai konsistensi $\leq 0,1$ atau 10%. Apabila nilai konsistensi melebihi 0,1, maka data dinyatakan tidak valid dan perlu dilakukan perbaikan (Iriadi & Yohana, 2016). Pada penelitian ini, seluruh kriteria, sub-kriteria, maupun alternatif telah memenuhi persyaratan konsistensi, dengan nilai indeks konsistensi yang diperoleh $< 0,1$ atau $< 10\%$.

Adapun nilai dari kriteria dan sub kriteria yang sudah disimulasikan dalam aplikasi *Super Decision* menunjukkan prioritas sehingga diperoleh sebuah hasil untuk pemilihan alternatif:

Tabel 4. 4 Nilai *Priority Vector* Perhitungan AHP Masyarakat untuk Kriteria dan Sub Kriteria

Goals			PV	Goals			PV
Kriteria	1	Teknis	0,23211	Sub Kriteria	1a	Kemudahan Operasional	0,204360
	2	Finansial	0,40000		1b	Ketahanan Sistem	0,239874
	3	Lingkungan	0,36789		1c	Kemudahan Konstruksi	0,132889
			1d		Kemudahan Pemeliharaan	0,197411	
			1e		Adaptabilitas	0,225466	
			2a		Biaya Investasi	0,292701	
			2b		Biaya OP & Pemeliharaan	0,346227	
			2c		Pengembangan Lokal	0,361072	

<i>Goals</i>	<i>PV</i>	<i>Goals</i>	<i>PV</i>
		3a Ef Bahan Baku	0,255154
		3b Minimasi AL	0,395719
		3c Tidak Mencecari SA	0,349127

Dari hasil diatas , aspek finansial menjadi salah satu pertimbangan paling penting dalam pemilihan teknologi sanitasi di daerah pesisir. Berdasarkan hasil wawancara, sebagian besar masyarakat pesisir merupakan kelompok berpenghasilan rendah hingga menengah, sehingga keterjangkauan biaya menjadi faktor utama. Masyarakat membutuhkan sistem yang tidak hanya murah dari segi investasi awal, tetapi juga tidak membebani biaya operasional maupun pemeliharaan dalam jangka panjang.

Selain itu, mereka cenderung menilai manfaat ekonomi jangka panjang dibandingkan hanya fokus pada biaya instalasi awal. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh(M. H. Ahmed & Fathy, 2024), yang menyebutkan bahwa pemilihan sistem pengolahan sangat dipengaruhi oleh kondisi sosial-ekonomi masyarakat setempat. Pada daerah dengan pendapatan menengah ke bawah, faktor seperti kompleksitas operasi dan konsumsi energi menjadi aspek krusial. Hasil analisis bobot global kriteria dalam penelitian ini juga menunjukkan kecenderungan yang sama, yaitu masyarakat pesisir lebih memilih teknologi dengan biaya operasional dan pemeliharaan yang rendah.

Adapun nilai dari alternatif yang telah disimulasikan dalam aplikasi *Super Decision* menunjukkan urutan prioritas yang kemudian menjadi dasar dalam pemilihan teknologi pengolahan air limbah domestik di wilayah pesisir. Proses simulasi ini memberikan gambaran secara kuantitatif mengenai bagaimana responden menilai setiap kriteria dan sub-kriteria yang ada, sehingga menghasilkan alternatif yang paling sesuai dengan kondisi lapangan.

Tabel 4. 5 Nila *Priority Vector* Perhitungan AHP Masyarakat Sub Kriteria dengan Alternatif

a. Sub Kriteria Teknis

Sub Kriteria Teknis		PV	Sub Kriteria Teknis		PV	Sub Kriteria Teknis		PV	Sub Kriteria Teknis		PV	Sub Kriteria Teknis		PV					
Kemudahan Operasional	1	Tripikon S	0,276	Adaptabilitas	1	Tripikon S	0,257	Ketahanan Sistem	1	Tripikon S	0,235	Kemudahan Konstruksi	1	Tripikon S	0,306	Kemudahan Pemeliharaan	1	Tripikon S	0,277
	2	Tripikon H	0,215		2	Tripikon H	0,219		2	Tripikon H	0,213		2	Tripikon H	0,229		2	Tripikon H	0,264
	3	Biofiltrasi	0,290		3	Biofiltrasi	0,295		3	Biofiltrasi	0,332		3	Biofiltrasi	0,287		3	Biofiltrasi	0,260
	4	<i>Repeated Processing Septictank</i>	0,218		4	<i>Repeated Processing Septictank</i>	0,229		4	<i>Repeated Processing Septictank</i>	0,220		4	<i>Repeated Processing Septictank</i>	0,178		4	<i>Repeated Processing Septictank</i>	0,199

b. Sub Kriteria Finansial

Sub Kriteria Finansial			PV	Sub Kriteria Finansial			PV	Sub Kriteria Finansial			PV
Biaya Investasi	1	Tripikon S	0,317	Biaya OP dan Pemeliharaan	1	Tripikon S	0,294	Pengembangan Lokal	1	Tripikon S	0,250
	2	Tripikon H	0,306		2	Tripikon H	0,280		2	Tripikon H	0,226
	3	Biofiltrasi	0,197		3	Biofiltrasi	0,236		3	Biofiltrasi	0,242
	4	<i>Repeated Processing Septictank</i>	0,180		4	<i>Repeated Processing Septictank</i>	0,191		4	<i>Repeated Processing Septictank</i>	0,283

c. Sub Kriteria Finansial

Sub Kriteria Lingkungan			PV	Sub Kriteria Lingkungan			PV	Sub Kriteria Lingkungan			PV
Efisiensi Bahan Baku	1	Tripikon S	0,235	Minimasi Air Limbah	1	Tripikon S	0,177	Tidak Mencehari Sumber Air	1	Tripikon S	0,218
	2	Tripikon H	0,254		2	Tripikon H	0,178		2	Tripikon H	0,218
	3	Biofiltrasi	0,287		3	Biofiltrasi	0,332		3	Biofiltrasi	0,308
	4	<i>Repeated Processing Septictank</i>	0,224		4	<i>Repeated Processing Septictank</i>	0,312		4	<i>Repeated Processing Septictank</i>	0,255

Pada kriteria teknis, sub-kriteria kemudahan operasional dan pemeliharaan menempatkan Tripikon S sebagai pilihan utama, menunjukkan bahwa teknologi ini dianggap lebih sederhana dalam pengoperasian sehari-hari dan tidak memerlukan perawatan yang rumit. Sementara itu, pada sub-kriteria ketahanan sistem dan kemudahan konstruksi, teknologi Biofiltrasi menempati prioritas tertinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa biofiltrasi lebih sesuai untuk kondisi pesisir yang rawan banjir, genangan, dan tanah labil karena memiliki daya tahan yang lebih baik serta relatif lebih mudah dibangun.

Dari sisi kriteria finansial, sub-kriteria biaya investasi dan biaya operasional dan pemeliharaan menempatkan Tripikon S dan Tripikon H sebagai pilihan utama, mencerminkan bahwa kedua teknologi ini dinilai paling ekonomis dari segi biaya awal maupun pembiayaan jangka panjang (Nur, 2014). Namun demikian, pada sub-kriteria pengembangan lokal, teknologi *Repeated Processing Septictank* (RPS) memiliki bobot prioritas tertinggi. Artinya, RPS dinilai lebih mudah untuk dikelola, dikembangkan, dan diperbaiki oleh masyarakat lokal, sehingga memiliki potensi keberlanjutan jangka panjang.

Sementara itu, pada kriteria lingkungan, teknologi Biofiltrasi menempati posisi prioritas pada sub-kriteria efisiensi bahan baku dan minimasi air limbah. Temuan ini menunjukkan bahwa biofiltrasi memiliki potensi besar dalam mengurangi pencemaran lingkungan karena menghasilkan limbah yang lebih sedikit dan penggunaan air yang lebih efisien (R. A. Putri & Julianti, 2025). Adapun pada sub-kriteria tidak mencemari sumber air, teknologi RPS memperoleh bobot tertinggi, menandakan bahwa sistem ini lebih efektif dalam mencegah kontaminasi terhadap badan air di sekitar kawasan pesisir (Nindito *et al.*, 2024).

Secara keseluruhan, hasil ini menegaskan bahwa pemilihan teknologi sanitasi tidak dapat ditentukan hanya berdasarkan satu kriteria tunggal,

melainkan harus mempertimbangkan keseimbangan antara aspek teknis, finansial, dan lingkungan. Tripikon S/H lebih sesuai untuk kondisi masyarakat pesisir dengan keterbatasan ekonomi, Biofiltrasi unggul pada aspek teknis dan lingkungan, sedangkan RPS menjanjikan keberlanjutan jangka panjang melalui potensi pengelolaan lokal.

4.5.1 Consistency Ratio

Dalam penerapan metode AHP, salah satu tahapan penting adalah melakukan uji konsistensi terhadap hasil perbandingan berpasangan yang di berikan oleh responden. Uji konsistensi dilakukan dengan menghitung nilai *Consistency Ratio* (CR). Nilai CR menunjukkan seberapa konsisten penilaian responden dalam membandingkan kriteria dan sub kriteria.

Menurut (Saaty, 2008), suatu matriks perbandingan dikatakan konsisten apabila nilai $CR \leq$ (atau $\leq 10\%$). Apabila nilai $CR > 0,1$ maka data tersebut dianggap tidak konsisten sehingga diperlukan revisi atau perbaikan pada penilaian responden.

Dari matriks berpasangan untuk setiap sub kriteria akan dilakukan pengujian konsistensi menggunakan perangkat lunak *Super Decision* seperti yang di tunjukan pada Lampiran 6a.

Berdasarkan hasil perhitungan *Consistency Ratio* (CR) pada seluruh kriteria dan sub-kriteria, diperoleh nilai CR yang berada di bawah ambang batas 0,1 (10%). Hal ini menandakan bahwa matriks perbandingan berpasangan yang digunakan dalam metode AHP dinilai valid dan konsisten, sehingga bobot yang dihasilkan dapat dipertanggungjawabkan.

4.5.2 Perhitungan Bobot Alternatif

Berdasarkan hasil pengolahan data dengan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) menggunakan aplikasi *Super Decisions*, diperoleh bobot prioritas global dari masing-masing alternatif teknologi pengolahan air

limbah domestik. Nilai prioritas ini dihitung dari gabungan kriteria teknis, finansial, dan lingkungan, sehingga memberikan gambaran menyeluruh terhadap alternatif terbaik yang dapat diterapkan pada kondisi wilayah pesisir.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa:

- Biofilter memiliki bobot prioritas tertinggi dengan nilai 0,271743, menjadikannya alternatif yang paling direkomendasikan. Hal ini sejalan dengan performa biofilter pada berbagai sub-kriteria, khususnya pada aspek ketahanan sistem, kemudahan operasional, serta minimasi air limbah.
- RPS (*Repeated Processing Septictank*) menempati posisi kedua dengan nilai 0,245532, yang menunjukkan potensi besar terutama pada aspek pengembangan lokal dan kemampuan adaptasi terhadap kondisi pesisir.
- Tripikon S berada pada urutan ketiga dengan bobot 0,251953, unggul pada aspek biaya investasi dan kemudahan konstruksi, sehingga tetap relevan untuk kondisi masyarakat dengan keterbatasan biaya.
- Tripikon H menempati posisi terakhir dengan bobot 0,230772, meskipun masih memiliki keunggulan pada efisiensi bahan baku.

Tabel 4. 6 Bobot Alternatif AHP Masyarakat Pesisir

No	Alternatif Sistem	Teknis	Finansial	Lingkungan	Total
1	Tripikon S	0,0617	0,1138	0,0759	0,251953
2	Tripikon H	0,0527	0,1072	0,0778	0,230772
3	Biofilter	0,0685	0,0906	0,1149	0,271743
4	<i>Repeated Processing Septictank</i>	0,0492	0,0884	0,0993	0,245532

Struktur hierarki hasil analisis AHP dapat dilihat pada Lampiran 5. Struktur ini memperlihatkan hubungan antara kriteria, sub-kriteria, dan alternatif teknologi SPALD-S beserta bobot prioritasnya. Setiap tingkatan dalam hierarki menunjukkan bagaimana penilaian responden terhadap kriteria dan sub-kriteria berkontribusi pada penentuan bobot akhir alternatif teknologi yang dipilih.

4.5.3 Analisis Sensitivitas Keputusan

Selanjutnya dilakukan analisis sensitivitas. Analisis ini bertujuan untuk memprediksi kondisi apabila terjadi perubahan yang cukup besar pada bobot prioritas akibat adanya perubahan kebijakan atau pertimbangan tertentu. Perubahan tersebut dapat mempengaruhi urutan prioritas alternatif yang telah diperoleh.

Oleh karena itu pada sub bab ini akan dianalisis sejauh mana perubahan bobot kriteria dapat mempengaruhi hasil alternatif. Analisis sensitivitas dilakukan dengan memodifikasi bobot pada tingkat kriteria, karena bobot

kriteria dianggap sudah mewakili pengaruh dari sub kriteria dibawah-Nya. Analisis sensitivitas diterapkan dengan beberapa skenario seperti pada tabel berikut

Tabel 4. 7 Skenario Analisa Sensitivitas Keputusan

No.	Deskripsi	Keterangan
1.	Aplikasi Kriteria Manual	Melakukan perubahan bobot setiap kriteria dengan perhitungan manual di <i>Excel</i>
2.	Aplikasi Kriteria <i>Super Decision</i>	Mengubah bobot kriteria <i>Super Decision</i> yang dianggap mewakili Sub Kriteria masing masing

Dalam penelitian kali ini analisa sensitivitas keputusan akan dilakukan dengan skema kriteria *Super Decision* saja tidak pada aplikasi kriteria perhitungan manual.

a. Aplikasi Kriteria *Super Decision*

Pada tahap analisis sensitivitas ini dilakukan perubahan bobot pada setiap kriteria dengan bantuan perangkat lunak *Super Decision*. Perubahan bobot pada tingkat kriteria dianggap telah mewakili sub kriteria yang berada dibawahnya. Selanjutnya, hasil perhitungan akan menunjukkan bobot global *priority ranking* dari masing masing alternatif. Hasil analisis sensitivitas dari aplikasi *Super Decision* disajikan pada Lampiran 7

Teknis	Finansial	Lingkungan
<p>Analisis Sensitivitas menunjukkan bahwa pada kriteria “Teknis”, <i>Biofiltrasi</i> tetap unggul sebagai alternatif teknologi sanitasi terbaik. Perubahan bobot kriteria ini tidak mengubah urutan peringkat alternatif, sehingga keputusan yang dihasilkan bersifat stabil.</p>	<p>Analisis sensitivitas menunjukkan bahwa pemilihan teknologi cukup dipengaruhi oleh kriteria finansial. Jika bobot kriteria finansial ditingkatkan sangat tinggi, tripikon S bisa menggeser posisi <i>Biofiltrasi</i>. Namun dalam kondisi normal, <i>Biofiltrasi</i> tetap menjadi alternatif terbaik.</p>	<p>Analisis sensitivitas terhadap kriteria “Lingkungan” menunjukkan bahwa hasil pemilihan teknologi sanitasi stabil. <i>Biofiltrasi</i> tetap menjadi pilihan utama meskipun bobot kriteria ini diubah dari 0-1.</p>

4.6 Pengujian Metode *Analytical Hierarchy Process* Responden *Expert*

Berdasarkan hasil pengolahan kuesioner AHP yang diberikan kepada responden *expert*, diperoleh bobot prioritas untuk kriteria utama pemilihan teknologi SPALD-S. Hasil menunjukkan bahwa kriteria lingkungan menempati posisi tertinggi dengan bobot sebesar 0,4468, disusul oleh finansial sebesar 0,2956, dan terakhir teknis dengan bobot 0,2576. Temuan ini mengindikasikan bahwa para *expert* lebih menekankan aspek keberlanjutan lingkungan dalam pemilihan teknologi pengelolaan air limbah domestik, dibandingkan dengan aspek biaya maupun teknis.

Tabel 4. 8 Nila *Priority Vector* Perhitungan AHP *Expert* untuk Kriteria dan Sub Kriteria

Goals			PV	Goals			PV
Kriteria	1	Teknis	0,2576	Sub Kriteria	1a	Kemudahan Operasional	0,172631
	2	Finansial	0,2956		1b	Ketahanan Sistem	0,259659
	3	Lingkungan	0,4468		1c	Kemudahan Konstruksi	0,133173
			1d		Kemudahan Pemeliharaan	0,224098	
			1e		Adaptabilitas	0,210440	
			2a		Biaya Invetasi	0,274625	
			2b		Biaya OP & Pemeliharaan	0,379423	
			2c		Pengembangan Lokal	0,345953	
			3a		Ef Bahan Baku	0,233255	
			3b		Minimasi AL	0,322097	
			3c		Tidak Mencemari SA	0,444647	

Jika ditinjau lebih lanjut pada tingkat sub-kriteria, dapat dilihat pola konsistensi antara prioritas kriteria dengan penekanan pada sub-kriteria yang terkait. Pada aspek lingkungan, sub-kriteria tidak mencemari sumber air memperoleh bobot tertinggi (0,4446), diikuti oleh minimasi air limbah (0,3223) dan efisiensi bahan baku (0,2330). Hal ini memperkuat pandangan bahwa para *expert* menilai keberlanjutan kualitas lingkungan, khususnya

perlindungan terhadap sumber air, sebagai faktor dominan dalam pemilihan teknologi.

Sementara pada kriteria finansial, bobot terbesar diperoleh pada sub-kriteria biaya operasional dan pemeliharaan (0,3794), kemudian pengembangan lokal (0,3459), dan terakhir biaya investasi awal (0,2746). Hasil ini menggambarkan bahwa aspek pembiayaan jangka panjang dianggap lebih krusial dibandingkan sekadar besarnya biaya awal, serta terdapat dorongan agar teknologi yang dipilih dapat sekaligus memberdayakan masyarakat lokal.

Pada kriteria teknis, sub-kriteria yang paling dominan adalah ketahanan sistem (0,2957), diikuti oleh kemudahan pemeliharaan (0,2241), serta sub-kriteria lainnya seperti kemudahan operasional (0,1726), adaptabilitas (0,2140), dan kemudahan konstruksi (0,1331). Hal ini menunjukkan bahwa meskipun aspek teknis berada pada urutan ketiga secara keseluruhan, daya tahan sistem tetap dipandang penting dalam menjamin keberlanjutan operasional teknologi.

Secara keseluruhan, hasil analisis ini memperlihatkan bahwa para *expert* lebih mengutamakan perlindungan lingkungan, khususnya terkait dengan upaya mencegah pencemaran sumber air, disertai dengan pertimbangan biaya operasional jangka panjang dan daya tahan sistem. Dengan demikian, teknologi SPALD-S yang terpilih sebaiknya memiliki karakteristik yang ramah lingkungan, terjangkau dari segi biaya operasional, sekaligus mampu bertahan dalam jangka waktu panjang dengan perawatan yang mudah.

Tabel 4. 9 Nila Priority Vector Perhitungan AHP *Expert* Sub Kriteria dengan Alternatif

a. Sub Kriteria Teknis

Sub Kriteria Teknis			PV	Sub Kriteria Teknis			PV	Sub Kriteria Teknis			PV	Sub Kriteria Teknis			PV				
Kemudahan Operasional	1	Tripikon S	0,221	Adaptabilitas	1	Tripikon S	0,250	Ketahanan Sistem	1	Tripikon S	0,266	Kemudahan Konstruksi	1	Tripikon S	0,241	Kemudahan Pemeliharaan	1	Tripikon S	0,248
	2	Tripikon H	0,200		2	Tripikon H	0,233		2	Tripikon H	0,218		2	Tripikon H	0,241		2	Tripikon H	0,201
	3	Biofiltrasi	0,324		3	Biofiltrasi	0,250		3	Biofiltrasi	0,249		3	Biofiltrasi	0,353		3	Biofiltrasi	0,265
	4	<i>Repeated Processing Septictank</i>	0,255		4	<i>Repeated Processing Septictank</i>	0,267		4	<i>Repeated Processing Septictank</i>	0,268		4	<i>Repeated Processing Septictank</i>	0,165		4	<i>Repeated Processing Septictank</i>	0,285

b. Sub Kriteria Finansial

Sub Kriteria Finansial			PV	Sub Kriteria Finansial			PV	Sub Kriteria Finansial			PV
Biaya Investasi	1	Tripikon S	0,353	Biaya OP dan Pemeliharaan	1	Tripikon S	0,267	Pembangunan Lokal	1	Tripikon S	0,213
	2	Tripikon H	0,226		2	Tripikon H	0,248		2	Tripikon H	0,264
	3	Biofiltrasi	0,178		3	Biofiltrasi	0,210		3	Biofiltrasi	0,208
	4	<i>Repeated Processing Septictank</i>	0,242		4	<i>Repeated Processing Septictank</i>	0,276		4	<i>Repeated Processing Septictank</i>	0,315

c. Sub Kriteria Lingkungan

Sub Kriteria Lingkungan			PV	Sub Kriteria Lingkungan			PV	Sub Kriteria Lingkungan			PV
Efisiensi Bahan Baku	1	Tripikon S	0,230	Minimasi Air Limbah	1	Tripikon S	0,217	Tidak Mencemari Sumber Air	1	Tripikon S	0,155
	2	Tripikon H	0,201		2	Tripikon H	0,177		2	Tripikon H	0,178
	3	Biofiltrasi	0,314		3	Biofiltrasi	0,231		3	Biofiltrasi	0,299
	4	<i>Repeated Processing Septictank</i>	0,255		4	<i>Repeated Processing Septictank</i>	0,375		4	<i>Repeated Processing Septictank</i>	0,368

Berdasarkan hasil kuesioner AHP yang diisi oleh *expert*, terlihat bahwa teknologi *Repeated Processing Septictank* (RPS) memperoleh bobot dominan pada beberapa sub-kriteria kunci, khususnya yang berkaitan dengan ketahanan sistem, kemudahan pemeliharaan, efisiensi biaya operasional, pengembangan lokal, serta dampak lingkungan (minimasi air limbah dan tidak mencemari sumber air). Keunggulan ini menunjukkan bahwa para *expert* menilai RPS sebagai teknologi yang paling berkelanjutan dan sesuai untuk diterapkan di kawasan pesisir.

Dengan kondisi masyarakat pesisir yang rentan terhadap pencemaran sumber air dan keterbatasan infrastruktur sanitasi, pilihan RPS dianggap paling rasional. Teknologi ini dinilai mampu mengurangi risiko pencemaran, meminimalisasi limbah, serta lebih mudah dipelihara oleh masyarakat lokal setelah diimplementasikan.

4.6.1 Consistency Ratio

Dari tabel nilai *Consistency Ratio* (CR) hasil AHP *expert* pada Lampiran 6b dapat dijelaskan bahwa seluruh kriteria, sub-kriteria teknis, finansial, maupun lingkungan menunjukkan nilai $CR < 0,1$. Artinya, penilaian yang diberikan oleh *expert* bersifat konsisten dan dapat diterima, sehingga hasil perbandingan berpasangan yang digunakan untuk menentukan bobot prioritas dapat dianggap valid dan reliabel.

Dengan demikian, proses analisis AHP ini memenuhi syarat konsistensi dan dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan pemilihan teknologi SPALD-S di wilayah pesisir.

4.6.2 Perhitungan Bobot Alternatif

Berdasarkan hasil pengolahan data kuesioner menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP), diperoleh bobot prioritas untuk masing-masing alternatif teknologi pengolahan air limbah domestik setempat (SPALD-S). Hasil penilaian responden *expert* menunjukkan bahwa teknologi *Repeated Processing Septictank* (RPS) memiliki bobot tertinggi dengan nilai 0,30 (30,23%), sehingga dipandang sebagai alternatif paling ideal untuk diterapkan pada kawasan pesisir. Posisi kedua ditempati oleh Biofilter dengan bobot 0,26 (25,67%), disusul oleh Tripikon S sebesar 0,23 (23,02%), dan Tripikon H dengan bobot terendah yaitu 0,21 (21,08%).

Tabel 4. 10 Bobot Alternatif Perhitungan AHP *Expert*

No	Alternatif Sistem	Teknis	Finansial	Lingkungan	Total
1	Tripikon S	0,0638	0,0804	0,0860	0,2302
2	Tripikon H	0,0560	0,0732	0,0817	0,2108
3	Biofilter	0,0720	0,0593	0,1254	0,2567
4	<i>Repeated Processing Septictank</i>	0,0658	0,0828	0,1536	0,3023

Temuan ini mengindikasikan bahwa RPS lebih unggul dibandingkan teknologi lainnya karena dinilai mampu memberikan keseimbangan antara tiga aspek utama yang digunakan dalam penilaian, yaitu teknis, finansial, dan lingkungan. Dari sisi teknis, RPS memiliki keunggulan dalam ketahanan sistem serta kemudahan pemeliharaan. Dari aspek finansial, RPS dinilai efisien dalam biaya operasi dan pemeliharaan jangka panjang, meskipun investasi awal relatif sebanding dengan teknologi lainnya. Sedangkan dari aspek lingkungan, RPS lebih dipandang efektif dalam meminimasi limbah serta mengurangi potensi pencemaran sumber air, yang merupakan isu penting di wilayah pesisir.

Sementara itu, Biofilter menempati urutan kedua dengan bobot yang cukup kompetitif. Hal ini menunjukkan bahwa biofilter masih dipandang sebagai alternatif potensial, terutama karena keunggulannya dalam aspek lingkungan, seperti efisiensi penggunaan bahan baku dan kemampuannya dalam menjaga kualitas lingkungan perairan. Namun, nilai bobot yang sedikit lebih rendah dibandingkan RPS mengindikasikan adanya pertimbangan terkait aspek biaya dan kompleksitas operasional.

Adapun Tripikon S dan Tripikon H, meskipun relatif mudah dalam hal konstruksi dan memiliki kebutuhan biaya investasi yang lebih rendah, cenderung kurang optimal dari sisi keberlanjutan dan efektivitas pengolahan limbah. Hal ini menjadikan keduanya berada pada urutan prioritas terakhir dalam penilaian *expert*.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa RPS merupakan teknologi SPALD-S yang paling sesuai direkomendasikan untuk kawasan pesisir berdasarkan perspektif *expert*, sementara Biofilter tetap dapat dipertimbangkan sebagai alternatif pendukung apabila aspek lingkungan lebih diutamakan.

4.6.3 Analisa Sensitivitas Keputusan

Hasil analisis sensitivitas dari para *expert* ditampilkan dalam grafik berikut, yang menggambarkan hubungan antara perubahan bobot kriteria (teknis, finansial, dan lingkungan) dengan pergeseran posisi prioritas dari setiap alternatif dapat dilihat pada Lampiran 8.

Tabel 4. 11 Analisa Sensitivitas Kriteria AHP *Expert*

Teknis	Finansial	Lingkungan
<p>Garis tren menunjukkan bahwa RPS tetap konsisten berada pada nilai tertinggi dibandingkan alternatif lain, meskipun bobot kriteria teknis berubah. Biofilter berada pada posisi kedua dengan tren yang stabil, sedangkan Tripikon S dan Tripikon H relatif lebih rendah tanpa perubahan signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa dari sisi teknis, RPS dipandang lebih unggul dan tetap menjadi pilihan prioritas utama.</p>	<p>Pada kriteria finansial, terlihat adanya sedikit penurunan tren pada RPS, namun posisinya tetap menjadi alternatif dengan bobot tertinggi. Biofilter mengalami tren menurun lebih tajam, sedangkan Tripikon S dan Tripikon H stabil pada posisi lebih rendah. Dengan demikian, meskipun aspek biaya investasi dan operasional menjadi pertimbangan, RPS tetap lebih unggul secara finansial karena konsistensi nilai prioritasnya.</p>	<p>Untuk kriteria lingkungan, garis tren menunjukkan RPS mengalami peningkatan seiring perubahan bobot kriteria, memperkuat posisinya sebagai alternatif terbaik. Biofilter stabil di posisi kedua, sementara Tripikon S dan Tripikon H semakin menurun. Hal ini menegaskan bahwa secara lingkungan, RPS paling mampu menjawab kebutuhan keberlanjutan karena dinilai efektif dalam meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan.</p>

4.7 Sistesis dan Implikasi

4.7.1 Perbedaan Prioritas

Hasil AHP menunjukkan bahwa kriteria finansial (0,40) merupakan aspek dengan bobot tertinggi, disusul lingkungan (0,36789), dan teknis (0,23211). Hal ini menegaskan bahwa masyarakat pesisir menempatkan aspek biaya sebagai pertimbangan utama dalam memilih teknologi sanitasi. Namun demikian, sub-kriteria dari aspek teknis dan lingkungan juga saling menguatkan dominasi finansial, sehingga arah pemilihan teknologi menjadi lebih jelas. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (M. H. Ahmed & Fathy, 2024), yang menyebutkan bahwa pemilihan sistem pengolahan sangat dipengaruhi oleh kondisi sosial-ekonomi masyarakat setempat. Keterkaitan inilah yang akhirnya menjadikan Biofilter sebagai alternatif terpilih.

Sementara itu, berdasarkan hasil Analytic Hierarchy Process (AHP) yang melibatkan responden *expert*, diperoleh bahwa *Repeated Processing Septictank* (RPS) menempati posisi tertinggi. Hasil AHP dari *expert* menunjukkan bahwa kriteria lingkungan (0,4468) merupakan aspek dengan bobot tertinggi, disusul finansial (0,2956) dan teknis (0,2576). Hal ini menegaskan bahwa para ahli lebih menekankan pentingnya keberlanjutan lingkungan dalam pemilihan teknologi sanitasi, sehingga teknologi yang menghasilkan efluen aman dan minim pencemaran menjadi prioritas utama. Menurut penelitian serupa, banyak studi AHP dalam pemilihan teknologi pengolahan limbah atau pengelolaan lingkungan menunjukkan bahwa kriteria lingkungan biasanya memiliki bobot teratas. Hasil penelitian oleh (Rahdhani *et al.*, 2025) menempatkan kriteria lingkungan sebagai kriteria paling penting dalam pemilihan sistem pengolahan sampah. Sama halnya dengan temuan dari (Chaerul *et al.*, 2020) yang menganalisa multikriteria dalam pemilihan sistem pemrosesan sampah di kabupaten klungkung. Sehingga terpilihnya kriteria lingkungan oleh para *expert* adalah hal yang umum dan wajar dalam

konteks pemilihan teknologi SPALDS di pesisir karena faktor keberlanjutan lingkungan adalah yang paling krusial dibanding aspek finansial dan teknis semata.

4.7.2 Implikasi Terhadap Pemilihan teknologi

Perbedaan mencolok terlihat dari hasil AHP masyarakat dan expert. Masyarakat lebih mengutamakan aspek finansial karena keterbatasan daya beli, sedangkan expert lebih mengutamakan aspek lingkungan karena mempertimbangkan risiko pencemaran yang lebih luas. Perbedaan ini menggambarkan adanya gap kepentingan antara keberlanjutan lingkungan dan keterjangkauan biaya.

Jika hanya mengikuti preferensi masyarakat, teknologi biofilter mungkin lebih diterima secara sosial dan ekonomis, namun berpotensi kurang optimal dalam menahan dampak pencemaran pada wilayah pesisir yang rawan. Sebaliknya, jika hanya mengikuti expert, teknologi RPS lebih menjamin kualitas lingkungan, namun membutuhkan biaya yang lebih tinggi sehingga dikhawatirkan sulit diterapkan secara luas.

Hasil ini sejalan dengan studi (Endris et al., 2025), yang menunjukkan bahwa preferensi masyarakat dan expert dalam pemilihan sistem sanitasi dapat berbeda signifikan. Dalam studi tersebut, pendekatan partisipatif melalui Focus Group Discussion (FGD) digunakan untuk menjembatani perbedaan sehingga tercapai konsensus. Demikian pula, (Chaerul et al., 2020) dan (Andika & Subanu, 2023) menegaskan bahwa AHP sering kali menghasilkan bobot yang berbeda antara masyarakat dan pakar, dan perbedaan ini justru menjadi dasar untuk menyusun strategi kebijakan yang lebih adaptif.

Penelitian ini tidak semata-mata memilih satu pihak, melainkan menegaskan pentingnya memahami perbedaan perspektif antara masyarakat dan expert. Dengan demikian, hasil penelitian ini dapat menjadi masukan bagi

pemerintah daerah untuk merumuskan strategi pengelolaan SPALD-S yang mempertimbangkan keberlanjutan lingkungan sekaligus keterjangkauan masyarakat. Integrasi kedua perspektif inilah yang diharapkan dapat menghasilkan solusi lebih realistis dan berkelanjutan bagi kawasan pesisir Kabupaten Demak.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan rangkaian proses dan hasil penelitian, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- 1 Kriteria utama dalam menentukan teknologi SPALD-S untuk daerah pesisir di Kabupaten Demak mencakup tiga aspek, yaitu teknis, finansial, dan lingkungan. Hal ini didasarkan pada muka air tanah tinggi, intrusi air laut dan lahan yang sempit menjadikan aspek teknis penting, keterbatasan ekonomi masyarakat menjadikan finansial jadi kunci utama agar teknologi bisa diterapkan, dan ekosistem serta kesehatan masyarakat yang rentan menjadikan lingkungan harus menjadi perhatian untuk mencegah pencemaran.
- 2 Berdasarkan hasil perhitungan *priority vector* dan *priority ranking* (bobot global) dari masing masing alternatif, *Biofiltrasi* memperoleh bobot global tertinggi yakni **0,2739**. Sementara itu, Tripikon S mendapat nilai **0,2514**, Tripikon H mendapat nilai **0,2377**, RPS mendapat nilai **0,2369**. Mayoritas masyarakat pesisir termasuk dalam kelompok berpenghasilan rendah hingga menengah, sehingga keterjangkauan biaya menjadi faktor penentu utama. Masyarakat cenderung membutuhkan sistem yang tidak hanya murah dari segi investasi awal, tetapi juga memiliki biaya operasional dan pemeliharaan yang rendah dalam jangka panjang. Hal ini penting untuk memastikan keberlanjutan sistem sanitasi yang dipilih, mengingat keterbatasan kemampuan ekonomi masyarakat dapat menjadi kendala apabila teknologi yang digunakan menimbulkan beban biaya tinggi

- 3 Berbeda dengan masyarakat, hasil AHP dari *expert* menunjukkan bahwa *Repeated Processing Septictank* (RPS) menjadi alternatif dengan bobot tertinggi (0,30), disusul oleh Biofilter (0,26), Tripikon-S (0,23), dan Tripikon-H (0,21). Para *expert* lebih menekankan pada ketahanan sistem dalam jangka panjang, efisiensi biaya operasional dan pemeliharaan, serta kemampuan teknologi dalam meminimasi pencemaran lingkungan. RPS dipandang lebih unggul karena memiliki mekanisme pengolahan berulang yang meningkatkan kualitas efluen, lebih tahan terhadap kondisi pesisir yang ekstrem, serta lebih konsisten menjaga keberlanjutan operasional dibandingkan alternatif lain.
- 4 Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan prioritas antara masyarakat dan *expert* dalam pemilihan teknologi SPALD-S di wilayah pesisir Kabupaten Demak. Masyarakat lebih menekankan aspek finansial sehingga teknologi biofilter dipandang lebih sesuai, sedangkan *expert* lebih mengutamakan aspek lingkungan sehingga teknologi *Repeated Processing Septictank* (RPS) menjadi pilihan utama. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa pemilihan teknologi SPALD-S tidak dapat hanya berpijak pada salah satu kelompok responden, melainkan harus mengintegrasikan kedua perspektif. Perspektif masyarakat penting untuk memastikan keterjangkauan biaya, penerimaan sosial, dan keberlanjutan operasional sehari-hari, sementara perspektif *expert* diperlukan untuk menjamin aspek teknis dan lingkungan yang lebih adaptif terhadap tantangan kawasan pesisir.

5.2 Saran

Penelitian ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu penulis menyarankan beberapa hal berikut untuk perbaikan penelitian selanjutnya.

1. Menambahkan kriteria sosial dan kelembagaan pada struktur AHP. Hal ini untuk mengatasi keterbatasan penelitian ini yang hanya mempertimbangkan tiga kriteria utama (Teknis, Finansial, Lingkungan), sehingga penentuan prioritas dimasa depan bisa lebih komprehensif.
2. Perlu dilakukan uji penerapan di lokasi untuk memverifikasi hasil AHP dan melihat kinerja sistem dalam kondisi lapangan.
3. Penelitian selanjutnya dapat memperluas jumlah responden dan cakupan wilayah agar hasil pembobotan AHP lebih representatif dan dapat digeneralisir untuk pesisir dengan karakteristik berbeda

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, F., & Kilic, K. (2022). A Basic Algorithm for Generating Individualized Numerical Scale (BAGINS). *ArXiv Preprint ArXiv:2211.08740*, 27, 1–21. <https://arxiv.org/abs/2211.08740><https://arxiv.org/pdf/2211.08740>
- Ahmed, M. H., & Fathy, S. M. (2024). Selecting the Appropriate Wastewater Treatment System Using Analytic Hierarchy Process (AHP). *Engineering Research Journal (Shoubra)*, 53(3), 240–247. <https://doi.org/10.21608/erjsh.2024.282736.1290>
- Andika, R., & Subanu, L. P. (2023). Application of Analytic Hierarchy Process (AHP) Method in Comparing Stakeholder Perceptions of Tourism Impact in Mentawai Islands. *Jurnal Kepariwisata Indonesia: Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Kepariwisata Indonesia*, 17(2), 156–170. <https://doi.org/10.47608/jki.v17i22023.156-170>
- Awawdeh, M., Al-Rousan, Z., & Alkaraki, K. (2023). Wastewater treatment plant site selection using GIS and multicriteria decision analysis. *Arab Gulf Journal of Scientific Research*. <https://doi.org/10.1108/AGJSR-09-2023-0412>
- Chaerul, M., Agustina, E., & Widyarsana, I. M. W. (2020). ANALISIS MULTIKRITERIA DALAM PEMILIHAN SISTEM PEMROSESAN SAMPAH DI KABUPATEN KLUNGKUNG, PROVINSI BALI (Multicriteria Analysis for Selecting Waste Processing System in Klungkung Regency, Bali Province). *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*, 26(2), 74. <https://doi.org/10.22146/jml.45358>
- Chompook, P., Roemmontri, J., & Ketsakorn, A. (2023). The Application Of Analytic Hierarchy Process (Ahp) For Selecting Community Problems: Multicriteria Decision-Making Approach On Environmental Health

Aspects. *Journal of Sustainability Science and Management*, 18(10), 138–149. <https://doi.org/10.46754/jssm.2023.10.009>

Dewi, F. R., Badriani, R. E., & Kartini, A. M. (2023). Perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah di Kecamatan Summersari Kabupaten Jember. *Journal of Science and Technology*, 16(3), 320–329.

Djonoputro, E. R., Blackett, I., Rosenboom, J. W., & Weitz, A. (2010). Understanding sanitation options in challenging environments. *Waterlines*, 29(3), 186–203. <https://doi.org/10.3362/1756-3488.2010.020>

Endris, S., Meselaw, T. D., Yimer, T., Ali, A., Yayeh, A., Mohammed, N., & Asmare, M. (2025). Selection of appropriate sanitation systems and technology options for urban areas in Kombolcha town Ethiopia. *Discover Cities*, 2(1). <https://doi.org/10.1007/s44327-025-00065-3>

Fatmawati, E., Biyan Permana, D., Camelia Sahly, R., Faratika Sari, D., Rahma Nur Annisa, R., Aqilah Bohari, Z., Anggraeni, J., Nilam Sari, I., Herlisa, D., Alnoprasya, F., & Irawan, F. (2024). SANTI (SANITASI TINJA DENGAN TEKNOLOGI TEPAT GUNA REPEATED PROCESSING SEPTICTANK) DALAM MENANGGULANGI STUNTING DI KELURAHAN SARIJAYA, KECAMATAN SANGASANGA, KABUPATEN KUTAI KARTANEGARA, KALIMANTAN TIMUR SANTI (Sanitation Using Appropriate Technology Repea. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Medika*, 4(1), 31–37. <https://doi.org/10.23917/jpmmedika.v2i1.3278>

Fildzah, A., Suryani, R., Dian, A., Fitriana, G., Nisa, A. C., & Samudro, G. (2016). Pengolahan Limbah Domestik Kawasan Pesisir Dengan Subsurface Constructed Wetland Menggunakan Tanaman *Jatropha curcas* L. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 8(2), 80–88. <https://doi.org/10.20885/jstl.vol8.iss2.art2>

- Jokow. (2020). *Tripikon-S, Instalasi Pengolahan Limbah Masyarakat*. Direktorat Pengabdian Masyarakat Universitas Gadjah Mada. <https://pengabdian.ugm.ac.id/2020/05/12/tripikon-s-instalasi-pengolahan-limbah-masyarakat/>
- Karmilia, A., Halomoan, N., & Soewondo, P. (2024). Modifikasi Tripikon-S Dengan Bioball Dan Filter Ijuk Untuk Pengolahan Limbah Artifisial Black Water Dan Domestik Tercampur. *Jurnal Reka Lingkungan*, 12(3), 327–339.
- Kemenkes. (2023). *Daftar Pengembangan Ttg Air Dan Sanitasi Tahun 2023*.
- Marpaung, A. M. B. (2023). *Penerapan Analytical Hierarchy Process (AHP) dalam Menganalisis Faktor Pemilihan Masyarakat Terhadap Bus Trans Metro Deli*.
- Minandre Wiratama, Gunaryo, Mentari Zikri Anty, Mirad Fahri, Anggi Khairina H H, Elva Stiawan, Rahmat Basuki, M. Sulthon Nurharmansyah P, Tedi Kurniadi, Dewi Anggraini S, Yusuf Bramastya A, Azimatur Rahmi, Aura Puja Lestari, & Moch. Rizki Fajri. (2025). Sosialisasi Lingkungan Bersih serta Pengelolaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di Desa Muara Angke. *Babakti: Journal of Community Engagement*, 2(1), 63–71. <https://doi.org/10.35706/babakti.v2i1.155>
- Munthafa, A. E., & Mubarak, H. (2018). Penerapan Metode Analytical Hierarchy Process Dalam Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Mahasiswa Berprestasi. *Jurnal Siliwangi*, 3(2), 192–201.
- Mustika, M. (2013). Dokumen Rencana Induk Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Provinsi Kepulauan Bangka Belitung 2023-2043. In *NBER Working Papers*. <http://www.nber.org/papers/w16019>
- Nindito, D. A., Suyanto, H., Kamiana, I. M., Jaya, A. R., Yupi, H. M., Saputra,

- R. H., & Nomeritae, N. (2024). Pengenalan Teknologi Repeated Processing Septic Tank (RPS) Kepada Pelajar Di Kawasan Permukiman Spesifik Berair Untuk Mengurangi Perilaku BABs. *Diteksi : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Fakultas Teknik*, 2(1), 10–20. <https://doi.org/10.36873/diteksi.v2i1.12611>
- Noor, R. (2011). *T-PIKON-H SEBAGAI TEKNOLOGI ALTERNATIF UNTUK PERBAIKAN SANITASI DI DAERAH SPESIFIK RAWA*. 12(2), 61–74.
- Normasari, E. R., Setyono, P., & Probandari, A. N. (2017). Efisiensi Tripikon-S Sebagai Solusi Sanitasi Masyarakat Tepi Air Sungai Martapura Kota Banjarmasin. *Ekosains*, 1–6.
- Nur, M. (2014). *ANALISIS KEBUTUHAN INFRASTRUKTUR SANITASI DI DAERAH TEPIAN SUNGAI MUSI - PALEMBANG TESIS*.
- Oktiawan, W., Hardyanti, N., & Damayanti, P. (2018). Masterplan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Di Wilayah Perkotaan Kabupaten Sukoharjo. *Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi Dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 15(2), 69. <https://doi.org/10.14710/presipitasi.v15i2.69-78>
- Pamungkas, D. S., Fadillah, N. A. Z., Julia, A., & Ferbianty, D. (2022). Strategi Peningkatan Kualitas Sanitasi Layak Bagi Rumah Tangga Di Kecamatan Sukajadi Kota Bandung. *Jurnal Planologi*, 19(1), 37. <https://doi.org/10.30659/jpsa.v19i1.19211>
- Parhusip, J. (2019). Penerapan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) Pada Desain Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Calon Penerima Bantuan Pangan Non Tunai (BPNT) Di Kota Palangka Raya. *Jurnal Teknologi Informasi Jurnal Keilmuan Dan Aplikasi Bidang Teknik Informatika*, 13(2), 18–29. <https://doi.org/10.47111/jti.v13i2.251>

- Pascoe, S., Farmery, A., Nichols, R., Lothian, S., & Azmi, K. (2024). A Modified Analytic Hierarchy Process Suitable for Online Survey Preference Elicitation. *Algorithms*, 17(6). <https://doi.org/10.3390/a17060245>
- Prasetiawan, T. (2017). Urgensi Pengaturan Tentang Pengelolaan Air Limbah Domestik. *Info Singkat Kesejahteraan Sosial*, IX(April).
- Prastiwi, A. C., & Rosariawari, F. (2023). Identifikasi dan Penentuan Strategi Pengelolaan Limbah Domestik Pada Kawasan Pesisir Dusun Kisik, Kabupaten Pasuruan. *INSOLOGI: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 2(5), 947–957. <https://doi.org/10.55123/insologi.v2i5.2670>
- Pucangan, I. P. W. W., Prajnawrdhi, T. A., & Paramadhyaksa, I. N. W. (2023). Tipologi dan Dinamika Wilayah Pesisir Padangbai di Kabupaten Karangasem. *Space*, 10(2), 120–146.
- Putri, D. W. (2017). *Strategi Pengembangan Infrastruktur Air Limbah Domestik Setempat Untuk Permukiman Di Kawasan Spesifik Perairan (Studi Kasus : Kota Palembang Dan Kabupaten Banyuasin)*. 30511001(September).
- Putri, D. W., Soewondo, P., Jatnika Effendi, A., & Setiadi, T. (2013). *Existing Application of Wastewater Infrastructure for Coastal, River, and Swamp Communities (Review Paper)*.
- Putri, R. A., & Julianti, S. (2025). Optimalisasi Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik Berbasis Biofilter Anaerob-Aerob di Permukiman Padat Penduduk. *Journal of Science and Technology: Alpha*, 1(2), 42–47. <https://doi.org/10.70716/alpha.v1i2.173>
- Rachman, D. N. (2018). Penggunaan Tripikon-S Sebagai Alternatif Penggunaan Septic Tank Di Daerah Tepian Sungai Dan Rawa. *Jurnal Tekno Global UIGM Fakultas Teknik*, 5(1), 40–49.

<https://doi.org/10.36982/jtg.v5i1.384>

Rahdhani, A., Frimawaty, E., & Astuti, L. T. M. (2025). Analisis Multikriteria dalam Pemilihan Teknologi Pengolahan Sampah Plastik untuk Skala Bank Sampah di Jakarta Pusat. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 23(1), 62–72. <https://doi.org/10.14710/jil.23.1.62-72>

Redjadi, D. F. (2024). *Pemilihan Vendor Subkontrak Pada Perusahaan Konveksi Menggunakan Metode Anp-promethee (Studi Kasus: CV. Artex Indonesia)*. <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/48875%0Ahttps://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/48875/19522107.pdf?sequence=1>

Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 26(6), 791–806. <https://doi.org/10.1108/JMTM-03-2014-0020>

Subrata, R., Sumiyati, S., & Utomo, S. (2023). Pemisahan Biosludge pada Proses Integrated Fixed Film Activated Sludge dengan Biofilter sebagai Pengganti Sedimentasi. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 21(1), 57–67. <https://doi.org/10.14710/jil.21.1.57-67>

Temarwut, S. A. (2023). *EFEKTIVITAS MEDIA BIOFILTER BATU KARANG JAHE DAN SABUT DAN TEMPURUNG KELAPA DALAM MENURUNKAN KADAR BOD, COD DAN TSS PADA AIR LIMBAH DOMESTIK (GREY WATER) DI PULAU KODINGARENG LOMPO TAHUN 2022*.

Uyun, Q., Wardhani, E., Halomoan, N., Lingkungan, J. T., & Teknik, F. (2019). *Pemilihan Jenis Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik di Kecamatan Bekasi Selatan*. 3(2), 157–168.

Wahyuni, S., Mulyatna, L., & Qomariyah, L. (2018). Perencanaan Sarana Pengolahan Air Limbah Domestik Berbasis Masyarakat Di Daerah

Pesisir (Studi Kasus : Desa Purworejo, Kecamatan Bonang, Kabupaten Demak). *Journal of Community Based Environmental Engineering and Management*, 2(2), 43. <https://doi.org/10.23969/jcbeem.v2i2.1456>

Wardhani, E., & Rosmeiliyana, R. (2021). Pemilihan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik di DAS Cisangkan. *Jurnal Reka Lingkungan*, 10(1), 67–78. <https://doi.org/10.26760/rekalingkungan.v10i1.67-78>

Water and Sanitation Program. (2010). *Opsi Sanitasi Yang Terjangkau Untuk Daerah Spesifik*. www.wsp.org

LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Pendukung



Lampiran 2 Instrumen Penelitian

Lembar Kuisisioner Diagnosa Tingkat Risiko Pencemaran

Data Lokasi

Provinsi : Jawa Tengah
Kota?Kabupaten : Kabupaten Demak
Kecamatan :
Kelurahan :
RT/RW : _____ / _____
Tanggal Wawancara : _____ 2025

Cara memberikan jawaban adalah dengan cara memilih salah satu dari pilihan jawaban yang tersedia dengan memberi tanda “√” pada jawaban yang sesuai dengan kondisi yang sebenarnya.

A. Data Diri

No	Pertanyaan	Jawab
1	Nama
2	Jenis Kelamin	Laki-Laki <input type="checkbox"/>
		Perempuan <input type="checkbox"/>
3	Usia	<20 <input type="checkbox"/>
		21-35 <input type="checkbox"/>
		36-50 <input type="checkbox"/>
		>50 <input type="checkbox"/>
4	Pendidikan terakhir	Tidak sekolah <input type="checkbox"/>
		SD <input type="checkbox"/>
		SMP <input type="checkbox"/>
		SMA <input type="checkbox"/>
		Perguruan Tinggi <input type="checkbox"/>
5	Pekerjaan	Nelayan <input type="checkbox"/>
		Buruh <input type="checkbox"/>
		IRT <input type="checkbox"/>
		Wiraswasta <input type="checkbox"/>
		lainnya <input type="checkbox"/>
6	Jumlah Anggota keluarga	

B. Kondisi Sanitasi

No	Pertanyaan	Jawab
1	Apa tipe rumah yang Anda tempati saat ini?	Rumah panggung (lantai rumah tidak langsung menyentuh tanah) <input type="checkbox"/>
		Rumah darat (lantai rumah langsung menyentuh tanah) <input type="checkbox"/>
1	Apa Jenis toilet yang digunakan saat ini?	WC Cemplung <input type="checkbox"/>
		WC Jongkok <input type="checkbox"/>
		WC duduk <input type="checkbox"/>
		Tidak Punya Toilet <input type="checkbox"/>
2	Apakah Toilet rumah terhubung dengan septictank?	Ya <input type="checkbox"/>
		Tidak <input type="checkbox"/>
3	Apakah anda merasa sistem toilet saat ini sudah cukup bersih dan nyaman?0	Ya <input type="checkbox"/>
		Tidak <input type="checkbox"/>

C. Persepsi Terhadap Sistem Sanitasi Baru

NO	Pertanyaan	1	2	3	4	5
1	Saya bersedia menggunakan sistem toilet yang lebih bersih dan ramah lingkungan.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Saya bersedia dilibatkan dalam pengelolaan sanitasi di lingkungan saya.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Saya bersedia mengikuti pelatihan cara mengelola sistem sanitasi baru.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Sistem sanitasi harus sesuai dengan budaya dan kebiasaan masyarakat pesisir.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Saya percaya bahwa sanitasi yang baik dapat meningkatkan kesehatan keluarga.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Lembar Kuisisioner
Penilaian Alternatif Teknologi Pengolahan Air Limbah Domestik

Data Lokasi

Nama / Jabatan :
Provinsi : Jawa Tengah
Kota?Kabupaten : Kabupaten Demak
Kecamatan :
Kelurahan :
RT/RW : _____ / _____
Tanggal Wawancara : _____ 2025

Petunjuk Pengisian :

Bapak/Ibu cukup pilih satu jawaban yang paling sesuai menurut pendapat pribadi dengan memberikan tanda ‘√’:

A. Kuisisioner Kriteria

1. Mana yang lebih penting bagi Anda?
 - [] Sistem harus kuat dan tahan lama meski agak mahal (Teknis)
 - [] Sistem harus murah dan terjangkau walau mungkin tidak terlalu awet (Finansial)
 - [] Sama pentingnya
2. Mana yang lebih penting bagi Anda?
 - [] Sistem harus kuat dan tidak mudah rusak (Teknis)
 - [] Sistem tidak boleh mencemari lingkungan (Lingkungan)
 - [] Sama pentingnya
3. Mana yang lebih penting bagi Anda?
 - [] Sistem harus murah dan mudah dibayar (Finansial)
 - [] Sistem tidak mencemari lingkungan (Lingkungan)
 - [] Sama pentingnya

B. Kuisioner Sub Kriteria Teknis

1. Anda lebih memilih sistem yang:
 - [] Mudah digunakan sehari-hari (Kemudahan Operasional)
 - [] Tidak mudah rusak dan awet (Ketahanan Sistem)
 - [] Sama penting
2. Anda lebih memilih sistem yang:
 - [] Mudah digunakan sehari-hari (Kemudahan Operasional)
 - [] Mudah dibangun (Kemudahan Konstruksi)
 - [] Sama penting
3. Anda lebih memilih sistem yang:
 - [] Mudah digunakan sehari-hari (Kemudahan Operasional)
 - [] Mudah dirawat (Kemudahan Pemeliharaan)
 - [] Sama penting
4. Anda lebih memilih sistem yang:
 - [] Mudah digunakan sehari-hari (Kemudahan Operasional)
 - [] Sistem yang bisa menyesuaikan dengan kebiasaan dan budaya masyarakat (Adaptabilitas)
 - [] Sama penting
5. Anda lebih memilih sistem yang:
 - [] Sistem yang bisa menyesuaikan dengan kebiasaan dan budaya masyarakat (Adaptabilitas)
 - [] Tidak mudah rusak dan awet (Ketahanan Sistem)
 - [] Sama penting
6. Anda lebih memilih sistem yang:
 - [] Sistem yang bisa menyesuaikan dengan kebiasaan dan budaya masyarakat (Adaptabilitas)
 - [] Mudah dibangun (Kemudahan Konstruksi)
 - [] Sama penting
7. Anda lebih memilih sistem yang:
 - [] Sistem yang bisa menyesuaikan dengan kebiasaan dan budaya masyarakat (Adaptabilitas)
 - [] Mudah dirawat (Kemudahan Pemeliharaan)
 - [] Sama penting
8. Anda lebih memilih sistem yang:
 - [] Tidak mudah rusak dan awet (Ketahanan Sistem)
 - [] Mudah dibangun (Kemudahan Konstruksi)
 - [] Sama penting
9. Anda lebih memilih sistem yang:
 - [] Mudah dibangun (Kemudahan Konstruksi)
 - [] Mudah dirawat (Kemudahan Pemeliharaan)
 - [] Sama penting
10. Anda lebih memilih sistem yang:
 - [] Tidak mudah rusak dan awet (Ketahanan Sistem)
 - [] Mudah dirawat (Kemudahan Pemeliharaan)

- [] Sama penting

C. Kuisisioner Sub Kriteria Finansial

1. Anda lebih memilih sistem yang:

- [] murah saat dibangun, meskipun nanti biaya operasinya lebih besar (Biaya Investasi)

- [] Sistem boleh agak mahal saat dibangun, asalkan biaya perawatannya rendah (Biaya Operasi & Pemeliharaan)

- [] Sama penting

2. Anda lebih memilih sistem yang:

- [] murah saat dibangun, meskipun nanti biaya operasinya lebih besar (Biaya Investasi)

- [] Sistem boleh agak mahal, asalkan mendorong lapangan kerja lokal dan pakai bahan lokal (Pengembangan Lokal)

- [] Sama penting

3. Anda lebih memilih sistem yang:

- [] Sistem boleh agak mahal saat dibangun, asalkan biaya perawatannya rendah (Biaya Operasi & Pemeliharaan)

- [] Sistem boleh agak mahal, asalkan mendorong lapangan kerja lokal dan pakai bahan lokal (Pengembangan Lokal)

- [] Sama penting

D. Kuisisioner Sub Kriteria Lingkungan

1. Anda lebih memilih sistem yang:

- [] hemat dalam penggunaan bahan baku, walaupun mungkin menghasilkan lebih banyak limbah (Efisiensi Bahan Baku)

- [] Sistem harus bisa mengurangi jumlah air limbah yang dibuang ke lingkungan, meskipun butuh lebih banyak bahan (Minimasi Air Limbah)

- [] Sama penting

2. Anda lebih memilih sistem yang:

- [] hemat dalam penggunaan bahan baku, walaupun mungkin menghasilkan lebih banyak limbah (Efisiensi Bahan Baku)

- [] Sistem harus mencegah pencemaran air tanah atau laut di daerah pesisir (Tidak Mencemari Sumber Air)

- [] Sama penting

3. Anda lebih memilih sistem yang:

- [] Sistem harus bisa mengurangi jumlah air limbah yang dibuang ke lingkungan, meskipun butuh lebih banyak bahan (Minimasi Air Limbah)

- [] Sistem harus mencegah pencemaran air tanah atau laut di daerah pesisir (Tidak Mencemari Sumber Air)

- [] Sama penting

E. Teknologi dengan Sub Kriteria

1. Kemudahan Operasional

Pertanyaan: Mana dari dua pilihan berikut yang lebih memenuhi aspek “Kemudahan Operasional”

Tripikon S vs Tripikon H:

- Tripikon S lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- Tripikon H lebih baik dalam aspek ini

Tripikon S vs Biofilter:

- Tripikon S lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- Biofilter lebih baik dalam aspek ini

Tripikon S vs Repeated Processing Septictank (RPS):

- Tripikon S lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- RPS lebih baik dalam aspek ini

Tripikon H vs Biofilter:

- Tripikon H lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- Biofilter lebih baik dalam aspek ini

Tripikon H vs Repeated Processing Septictank (RPS):

- Tripikon H lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- RPS lebih baik dalam aspek ini

Biofilter vs Repeated Processing Septictank (RPS):

- Biofilter lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- RPS lebih baik dalam aspek ini

2. Adaptabilitas

Pertanyaan: Mana dari dua pilihan berikut yang lebih memenuhi aspek “Adaptabilitas”

Tripikon S vs Tripikon H:

- Tripikon S lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- Tripikon H lebih baik dalam aspek ini

Tripikon S vs Biofilter:

- Tripikon S lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- Biofilter lebih baik dalam aspek ini

Tripikon S vs Repeated Processing Septictank (RPS):

- Tripikon S lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- RPS lebih baik dalam aspek ini

Tripikon H vs Biofilter:

- Tripikon H lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- Biofilter lebih baik dalam aspek ini

Tripikon H vs Repeated Processing Septictank (RPS):

- Tripikon H lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- RPS lebih baik dalam aspek ini

Biofilter vs Repeated Processing Septictank (RPS):

- Biofilter lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- RPS lebih baik dalam aspek ini

3. Ketahanan Sistem

Pertanyaan: Mana dari dua pilihan berikut yang lebih memenuhi aspek “Ketahanan Sistem”

Tripikon S vs Tripikon H:

- Tripikon S lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- Tripikon H lebih baik dalam aspek ini

Tripikon S vs Biofilter:

- Tripikon S lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- Biofilter lebih baik dalam aspek ini

Tripikon S vs Repeated Processing Septictank (RPS):

- Tripikon S lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- RPS lebih baik dalam aspek ini

Tripikon H vs Biofilter:

- Tripikon H lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- Biofilter lebih baik dalam aspek ini

Tripikon H vs Repeated Processing Septictank (RPS):

- Tripikon H lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- RPS lebih baik dalam aspek ini

Biofilter vs Repeated Processing Septictank (RPS):

- Biofilter lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- RPS lebih baik dalam aspek ini

4. Kemudahan Konstruksi

Pertanyaan: Mana dari dua pilihan berikut yang lebih memenuhi aspek “Kemudahan Konstruksi”

Tripikon S vs Tripikon H:

- Tripikon S lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- Tripikon H lebih baik dalam aspek ini

Tripikon S vs Biofilter:

- Tripikon S lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- Biofilter lebih baik dalam aspek ini

Tripikon S vs Repeated Processing Septictank (RPS):

- Tripikon S lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- RPS lebih baik dalam aspek ini

Tripikon H vs Biofilter:

- Tripikon H lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- Biofilter lebih baik dalam aspek ini

Tripikon H vs Repeated Processing Septictank (RPS):

- Tripikon H lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- RPS lebih baik dalam aspek ini

Biofilter vs Repeated Processing Septictank (RPS):

- Biofilter lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- RPS lebih baik dalam aspek ini

5. Kemudahan Pemeliharaan

Pertanyaan: Mana dari dua pilihan berikut yang lebih memenuhi aspek “Kemudahan Pemeliharaan”

Tripikon S vs Tripikon H:

- Tripikon S lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- Tripikon H lebih baik dalam aspek ini

Tripikon S vs Biofilter:

- Tripikon S lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- Biofilter lebih baik dalam aspek ini

Tripikon S vs Repeated Processing Septictank (RPS):

- Tripikon S lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- RPS lebih baik dalam aspek ini

Tripikon H vs Biofilter:

- Tripikon H lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- Biofilter lebih baik dalam aspek ini

Tripikon H vs Repeated Processing Septictank (RPS):

- Tripikon H lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- RPS lebih baik dalam aspek ini

Biofilter vs Repeated Processing Septictank (RPS):

- Biofilter lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- RPS lebih baik dalam aspek ini

6. Biaya Investasi

Pertanyaan: Mana dari dua pilihan berikut yang lebih memenuhi aspek “Biaya Investasi”

Tripikon S vs Tripikon H:

- Tripikon S lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- Tripikon H lebih baik dalam aspek ini

Tripikon S vs Biofilter:

- Tripikon S lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- Biofilter lebih baik dalam aspek ini

Tripikon S vs Repeated Processing Septictank (RPS):

- Tripikon S lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- RPS lebih baik dalam aspek ini

Tripikon H vs Biofilter:

- Tripikon H lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- Biofilter lebih baik dalam aspek ini

Tripikon H vs Repeated Processing Septictank (RPS):

- Tripikon H lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- RPS lebih baik dalam aspek ini

Biofilter vs Repeated Processing Septictank (RPS):

- Biofilter lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- RPS lebih baik dalam aspek ini

7. Biaya Operasi dan Pemeliharaan

Pertanyaan: Mana dari dua pilihan berikut yang lebih memenuhi aspek “Biaya Pemeliharaan”

Tripikon S vs Tripikon H:

- Tripikon S lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- Tripikon H lebih baik dalam aspek ini

Tripikon S vs Biofilter:

- Tripikon S lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- Biofilter lebih baik dalam aspek ini

Tripikon S vs Repeated Processing Septictank (RPS):

- Tripikon S lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- RPS lebih baik dalam aspek ini

Tripikon H vs Biofilter:

- Tripikon H lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- Biofilter lebih baik dalam aspek ini

Tripikon H vs Repeated Processing Septictank (RPS):

- Tripikon H lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- RPS lebih baik dalam aspek ini

Biofilter vs Repeated Processing Septictank (RPS):

- Biofilter lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- RPS lebih baik dalam aspek ini

8. Pengembangan Lokal

Pertanyaan: Mana dari dua pilihan berikut yang lebih memenuhi aspek “Pengembangan Lokal”

Tripikon S vs Tripikon H:

- Tripikon S lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- Tripikon H lebih baik dalam aspek ini

Tripikon S vs Biofilter:

- Tripikon S lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- Biofilter lebih baik dalam aspek ini

Tripikon S vs Repeated Processing Septictank (RPS):

- Tripikon S lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- RPS lebih baik dalam aspek ini

Tripikon H vs Biofilter:

- Tripikon H lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- Biofilter lebih baik dalam aspek ini

Tripikon H vs Repeated Processing Septictank (RPS):

- Tripikon H lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- RPS lebih baik dalam aspek ini

Biofilter vs Repeated Processing Septictank (RPS):

- Biofilter lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- RPS lebih baik dalam aspek ini

9. Efisiensi Bahan Baku

Pertanyaan: Mana dari dua pilihan berikut yang lebih memenuhi aspek “Efisiensi Bahan Baku”

Tripikon S vs Tripikon H:

- Tripikon S lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- Tripikon H lebih baik dalam aspek ini

Tripikon S vs Biofilter:

- Tripikon S lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- Biofilter lebih baik dalam aspek ini

Tripikon S vs Repeated Processing Septictank (RPS):

- Tripikon S lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- RPS lebih baik dalam aspek ini

Tripikon H vs Biofilter:

- Tripikon H lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- Biofilter lebih baik dalam aspek ini

Tripikon H vs Repeated Processing Septictank (RPS):

- Tripikon H lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- RPS lebih baik dalam aspek ini

Biofilter vs Repeated Processing Septictank (RPS):

- Biofilter lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- RPS lebih baik dalam aspek ini

10. Minimasi Air Limbah

Pertanyaan: Mana dari dua pilihan berikut yang lebih memenuhi aspek “Minimasi Air Limbah”

Tripikon S vs Tripikon H:

- Tripikon S lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- Tripikon H lebih baik dalam aspek ini

Tripikon S vs Biofilter:

- Tripikon S lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- Biofilter lebih baik dalam aspek ini

Tripikon S vs Repeated Processing Septictank (RPS):

- Tripikon S lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- RPS lebih baik dalam aspek ini

Tripikon H vs Biofilter:

- Tripikon H lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- Biofilter lebih baik dalam aspek ini

Tripikon H vs Repeated Processing Septictank (RPS):

- Tripikon H lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- RPS lebih baik dalam aspek ini

Biofilter vs Repeated Processing Septictank (RPS):

- Biofilter lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- RPS lebih baik dalam aspek ini

11. Tidak Mencemari Sumber Air

Pertanyaan: Mana dari dua pilihan berikut yang lebih memenuhi aspek “Tidak Mencemari Sumber Air”

Tripikon S vs Tripikon H:

- Tripikon S lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- Tripikon H lebih baik dalam aspek ini

Tripikon S vs Biofilter:

- Tripikon S lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- Biofilter lebih baik dalam aspek ini

Tripikon S vs Repeated Processing Septictank (RPS):

- Tripikon S lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- RPS lebih baik dalam aspek ini

Tripikon H vs Biofilter:

- Tripikon H lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- Biofilter lebih baik dalam aspek ini

Tripikon H vs Repeated Processing Septictank (RPS):

- Tripikon H lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- RPS lebih baik dalam aspek ini

Biofilter vs Repeated Processing Septictank (RPS):

- Biofilter lebih baik dalam aspek ini
- Sama-sama baik
- RPS lebih baik dalam aspek ini

Lampiran 3 Data Responden Masyarakat

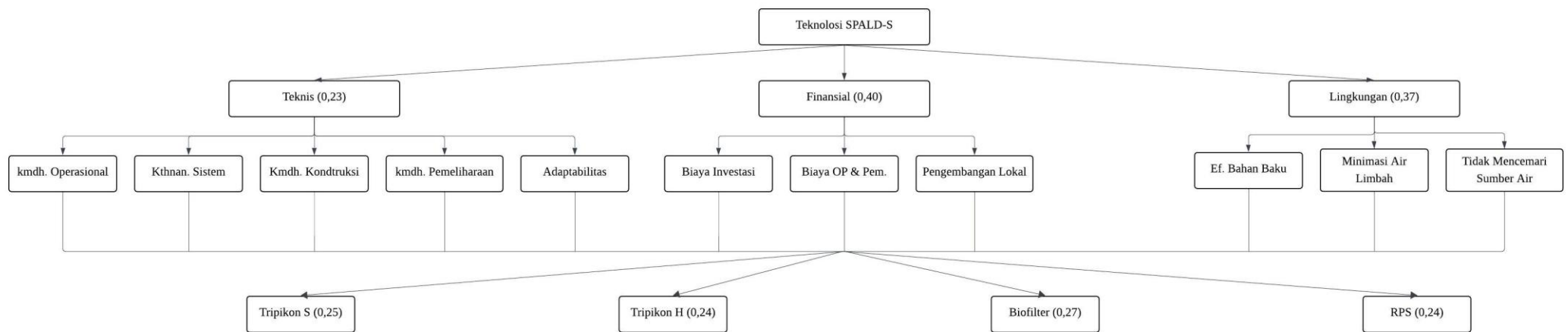
Kode	Usia	Jenis Kelamin	Pendidikan	Pekerjaan	Jumlah Anggota Keluarga
R1	21-35	Perempuan	SMA	IRT	5
R2	36-50	Perempuan	SD	IRT	4
R3	21-35	Perempuan	SMA	Buruh	3
R4	36-50	Laki-Laki	SD	Buruh	4
R5	>50	Laki-Laki	SD	Wiraswasta	3
R6	>50	Laki-Laki	Tidak Sekolah	Wiraswasta	4
R7	>50	Perempuan	Tidak Sekolah	Buruh	6
R8	21-35	Laki-Laki	SMA	Wiraswasta	3
R9	>50	Laki-Laki	SD	Buruh	3
R10	36-50	Perempuan	SMP	IRT	3
R11	36-50	Perempuan	SMP	Buruh	5

Lampiran 4 Data Responden *Expert*

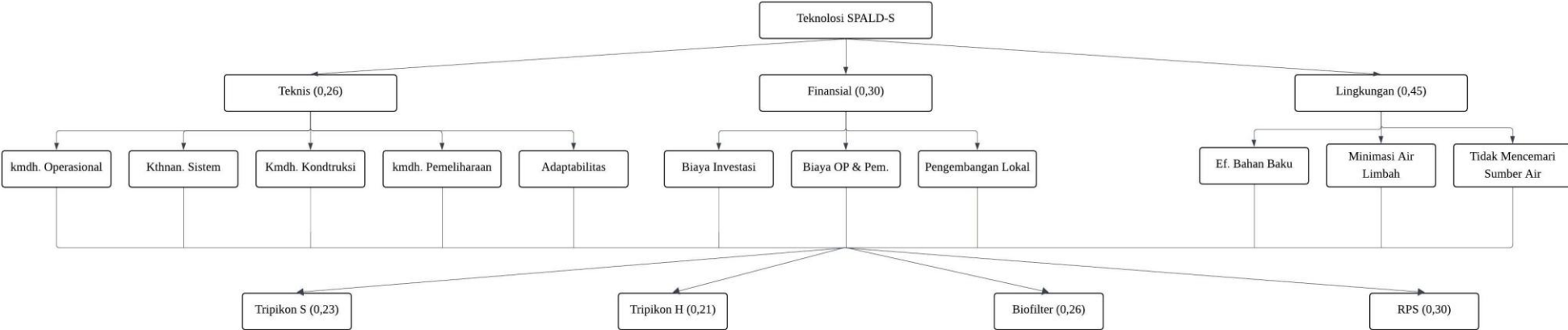
Kode	Usia	Jenis Kelamin	Pendidikan	Pekerjaan
E1	21-35	Laki-Laki	(Mahasiswa Tingkat Akhir)	Pegawai Swasta
E2	21-35	Laki-Laki	(Mahasiswa Tingkat Akhir)	Pegawai Swasta
E3	21-35	Perempuan	Perguruan Tinggi	Lainnya
E4	21-35	Laki-Laki	Perguruan Tinggi	Pegawai Swasta
E5	21-35	Laki-Laki	Perguruan Tinggi	<i>Freelance</i>

Lampiran 5 Struktur AHP untuk Bobot Global Alternatif

a. AHP Masyarakat



b. AHP Expert



Lampiran 6 Consistency Ratio

a. CR AHP dari Masyarakat

No	Subkriteria	Consistency Ratio	
1	Teknis	0,00682	Konsisten
2	Finansial	0,001533	Konsisten
3	Lingkungan	0,014141	Konsisten

No	Sub Sub kriteria Teknis	Consistency Ratio	
1	Kemudahan Operasional	0,0039223	Konsisten
2	Adaptabilitas	0,00390774	Konsisten
3	Ketahanan Sistem	0,000765333	Konsisten
4	Kemudahan Konstruksi	0,012964698	Konsisten
5	Kemudahan Pemeliharaan	0,000558925	Konsisten

No	Sub Sub Kriteria Finansial	Consistency Ratio	
1	Biaya Investasi	0,008082185	Konsisten
2	Biaya OP dan Pemeliharaan	0,00612009	Konsisten
3	Pengembangan Lokal	0,008172964	Konsisten

No	Sub Sub Kriteria Finansial	Consistency Ratio	
1	Efisiensi Bahan Baku	0,016327535	Konsisten
2	Minimasi Air Limbah	0,00432101	Konsisten
3	Tidak Mencemari Sumber Air	0,000747526	Konsisten

b. CR AHP dari *Expert*

No	Subkriteria	Consistency Ratio	
1	Teknis	0,022998418	Konsisten
2	Finansial	0,001872784	Konsisten
3	Lingkungan	0,007865443	Konsisten

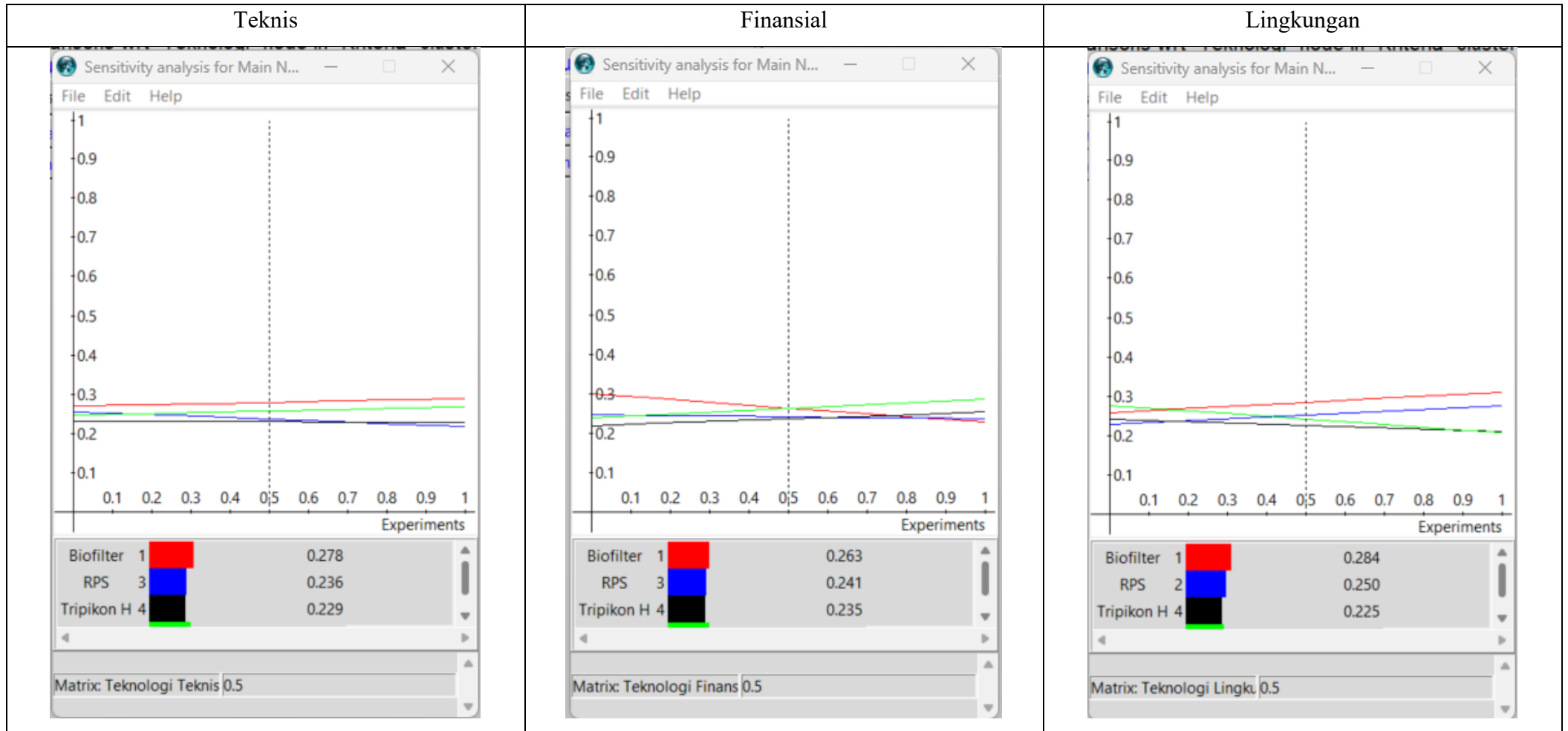
No	Sub Sub kriteria Teknis	Consistency Ratio	
1	Kemudahan Operasional	0,002743925	Konsisten
2	Adaptabilitas	0,016111474	Konsisten
3	Ketahanan Sistem	0,00894716	Konsisten
4	Kemudahan Konstruksi	0,000948185	Konsisten

5	Kemudahan Pemeliharaan	0,003599854	Konsisten
---	------------------------	-------------	-----------

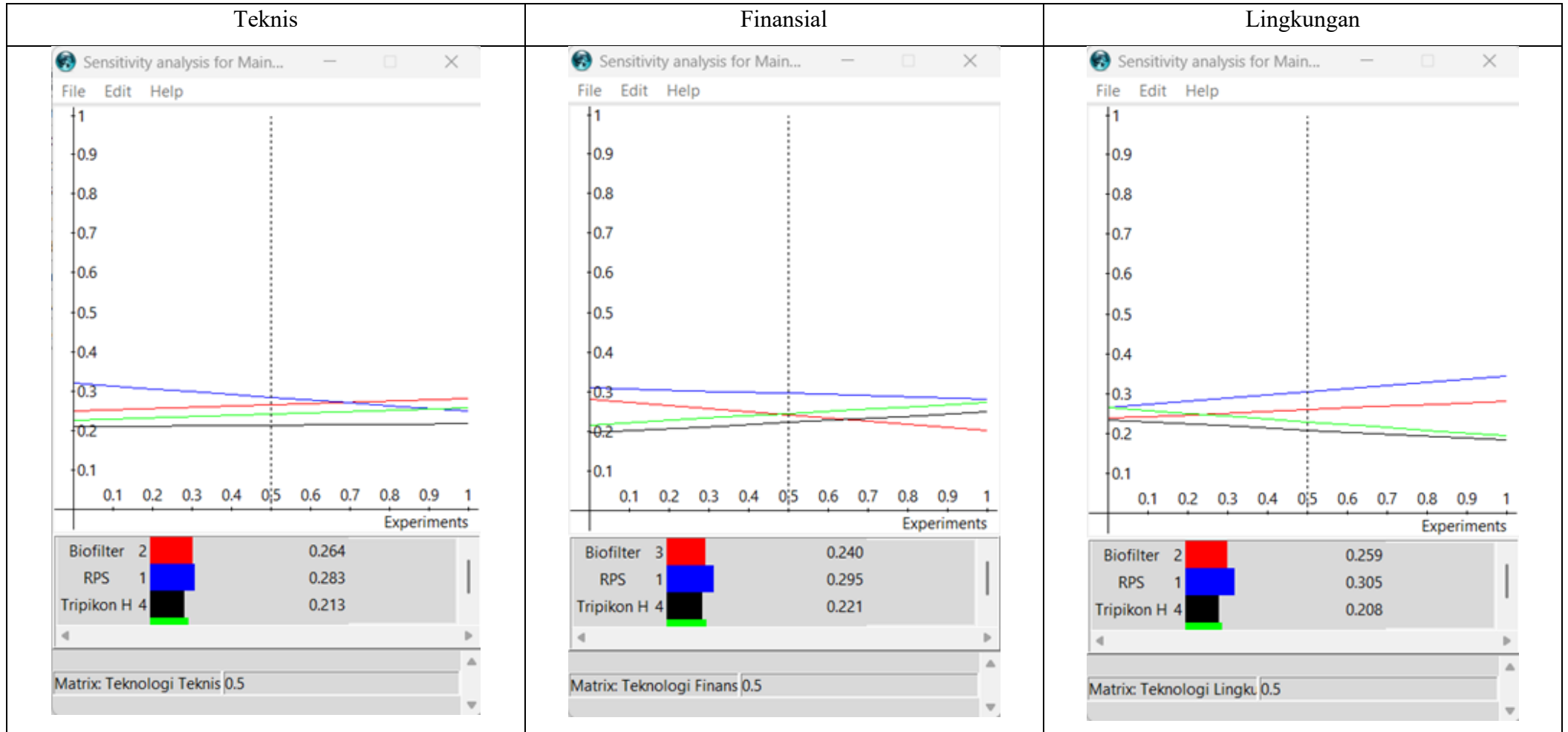
No	Sub Sub Kriteria Finansial	<i>Consistency Ratio</i>	
1	Biaya Investasi	0,008396138	Konsisten
2	Biaya OP dan Pemeliharaan	0,006315296	Konsisten
3	Pengembangan Lokal	0,017351428	Konsisten

No	Sub Sub Kriteria Finansial	<i>Consistency Ratio</i>	
1	Efisiensi Bahan Baku	0,00457646	Konsisten
2	Minimasi Air Limbah	0,009531021	Konsisten
3	Tidak Mencemari Sumber Air	0,012988367	Konsisten

Lampiran 7 Analisa Sensitivitas Pengujian Kriteria dari Masyarakat



Lampiran 8 Analisa Sensitivitas Pengujian Kriteria dari *Experts*



RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kota Solok, pada tanggal 24 September 2002, sebagai anak ke 2 dari pasangan Yolmedi dan Afrizilna. Penulis menghabiskan masa kecilnya di lingkungan yang mendukung pendidikan dan pembentukan karakter disiplin.

Pendidikan formal penulis dimulai di SMPN 1 Sawahlunto, kemudian melanjutkan ke SMAN 1 Sawahlunto dan lulus pada tahun 2021. Setelah menyelesaikan pendidikan menengah, penulis diterima sebagai mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan di Universitas Islam Indonesia (UII) pada tahun 2021, dan aktif mengikuti kegiatan akademik maupun non-akademik.

Selama masa perkuliahan, penulis terlibat dalam berbagai organisasi kemahasiswaan seperti Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan, UKM, atau organisasi lainnya, serta menjabat sebagai Kepala Departemen Minat dan Bakat. Selain itu, penulis juga aktif dalam kegiatan sosial dan lingkungan, seperti seminar, atau kegiatan relawan. Dalam bidang akademik, penulis pernah mengikuti karya tulis ilmiah bersama dosen,

Dengan latar belakang pendidikan dan pengalaman organisasi tersebut, penulis berharap dapat terus mengembangkan diri dan memberikan kontribusi nyata dalam bidang teknik lingkungan, khususnya dalam isu-isu yang berkaitan dengan pengelolaan air limbah dan pembangunan berkelanjutan.