

**PENENTUAN KEBUTUHAN KAPASITAS INFRASTRUKTUR INDUSTRI
PENGOLAHAN SAMPAH TERPADU (IPST) ASARI BERBASIS
*CIRCULAR ECONOMY***

SKRIPSI



Oleh :

MUFIDA AINANI JAUHAR

3333180091

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
CILEGON-BANTEN**

2022

**PENENTUAN KEBUTUHAN KAPASITAS INFRASTRUKTUR INDUSTRI
PENGOLAHAN SAMPAH TERPADU (IPST) ASARI BERBASIS
*CIRCULAR ECONOMY***

SKRIPSI

**Skripsi ditulis untuk memenuhi sebagai persyaratan dalam mendapatkan
gelar Sarjana Teknik**



**Oleh :
MUFIDA AINANI JAUHAR
3333180091**

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
CILEGON-BANTEN**

2022

PERNYATAAN KEASLIAN LAPORAN

Yang bertandatangan dibawah ini :

NAMA : MUFIDA AINANI JAUHAR

NIM : 3333180091

JURUSAN : TEKNIK INDUSTRI

JUDUL : PENENTUAN KEBUTUHAN KAPASITAS INFRASTRUKTUR
INDUSTRI PENGOLAHAN SAMPAH TERPADU (IPST) ASARI
BERBASIS *CIRCULAR ECONOMY*

Dengan ini menyatakan bahwa penelitian dengan judul tersebut diatas adalah benar karya saya sendiri dengan arahan dari pembimbing I dan pembimbing II, dan tidak ada duplikasi dengan karya orang lain kecuali yang telah disebutkan sumbernya. Apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam penelitian ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Cilegon, 20 Juni 2022



MUFIDA AINANI JAUHAR

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

NAMA : MUFIDA AINANI JAUHAR

NIM : 3333180091

JURUSAN : TEKNIK INDUSTRI

JUDUL : PENENTUAN KEBUTUHAN KAPASITAS INFRASTRUKTUR
INDUSTRI PENGOLAHAN SAMPAH TERPADU (IPST)
ASARI BERBASIS *CIRCULAR ECONOMY*

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan Diterima
sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas

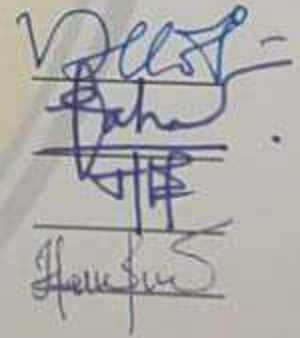
Sultan Ageng Tirtayasa

Pada Hari : Rabu

Tanggal : 29 Juni 2022

DEWAN PENGUJI

Pembimbing 1 : Dyah Lintang Trenggonowati, S.T., M.T.
Pembimbing 2 : Achmad Bahauddin S.T., M.T.
Penguji 1 : Prof. Dr. Ing. Asep Ridwan, S.T., M.T., IPM
Penguji 2 : Dr. Lely Herlina, S.T., M.T.



Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Industri



Ade Irman Saeful Mutaqin S. ST., MT.
NIP. 198206152012121002

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala karunia-Nya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan April 2022 sampai Juni 2022 ini ialah Penentuan Kebutuhan Kapasitas Infrastruktur Industri Pengolahan Sampah Terpadu (IPST) Asari Berbasis *Circular Economy*. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat kelulusan untuk memperoleh gelar sarjana teknik di program studi S1 Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

Penulisan tugas akhir ini melibatkan banyak pihak yang telah membantu hingga tugas akhir ini selesai, oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih banyak kepada :

1. Bapak Ade Irman Saeful Mutaqin, S.T., M.T. selaku ketua jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
2. Ibu Yusraini Muharni, S.T., M.T. selaku coordinator tugas akhir Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
3. Dyah Lintang Trenggonowati, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing I, dan Bapak Achmad Bahauddin S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan, saran, waktu, tenaga, dan motivasi untuk membimbing penulis dengan ketulusan dan kesabaran.
4. Prof. Dr. Ing. Asep Ridwan, S.T., M.T., IPM selaku penguji I, dan Ibu Dr. Lely Herlina, S.T., M.T. selaku penguji II yang telah memberikan saran dan motivasi untuk penulis.
5. Bapak Muhammad Khoirul Anam, S.T., M.T. selaku penanggung jawab IPST Asari, Bapak Murat selaku ketua IPST Asari, dan seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan tugas akhir.
6. Kepada Bapak dan Ibu, saudara, serta keluarga yang telah memberikan doa, semangat, dan motivasi selama penyusunan tugas akhir penulis hingga selesai.

7. Teman-teman Teknik Industri Angkatan 2018 serta teman-teman seperjuangan semasa kuliah atas bantuan, dukungan, serta doa selama ini.
8. Seorang spesial yang selalu memberikan doa, dukungan, serta motivasi kepada penulis selama ini.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat. Namun dalam penyusunan tugas akhir masih belum sempurna. Oleh karena itu, kritik dan masukan yang membangun sangat penulis harapkan.

Cilegon, 20 Juni 2022



MUFIDA AINANI JAUHAR



ABSTRAK

Mufida Ainani Jauhar. Penentuan Kebutuhan Kapasitas Infrastruktur Industri Pengolahan Sampah Terpadu (IPST) Asari Berbasis *Circular Economy*. Dibimbing oleh Dyah Lintang Trenggonowati S.T.,M.T. dan Achmad Bahauddin S.T.,M.T.

IPST Asari bergerak dalam pengolahan sampah plastik di Kota Cilegon. IPST Asari mengolah sampah high value dan sampah low value. IPST Asari memasok sampah dari warga, industri, dan nelayan. Namun pasokan sampah plastik tidak memenuhi kebutuhan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan infrastruktur bank sampah tiap pemasok berdasarkan bobot Analytic Network Process, dan analisis usulan aliran & stok material menggunakan metode Material Flow Analysis. Berdasarkan hasil analisis menggunakan Material Flow Analysis diperoleh perbedaan kebutuhan sampah plastik untuk tiap pemasok. Penentuan kebutuhan infrastruktur bank sampah tiap pemasok didasarkan pada hasil bobot performa pemasok sampah menggunakan metode ANP. Berdasarkan hasil analisis ANP pertama diperoleh warga dengan nilai bobot tertinggi, industri peringkat 2 nilai bobot tertinggi, dan nelayan pada peringkat terakhir. Berdasarkan hasil ANP kedua diperoleh bahwa tingkat pemenuhan sampah menjadi peringkat pertama pada tiap pemasok sampah plastik. Penerapan circular economy di IPST Asari berdampak ekonomi yang baik bagi pemasok dan IPST Asari.

Kata kunci: Material Flow Analysis, Analytic Network Process, Circular Economy

ABSTRACT

Mufida Ainani Jauhar. Determination of Infrastructure Capacity Needs for Asari Integrated Waste Processing Industry (IPST) Based on Circular Economy. Supervised by Dyah Lintang Trenggonowati S.T.,M.T. and Achmad Bahauddin S.T., M.T.

IPST Asari is engaged in processing plastic waste in Cilegon City. IPST Asari processes high value and low value waste. IPST Asari supplies waste from residents, industry, and fishermen. However, the supply of plastic waste does not meet the demand. This study aims to analyze the infrastructure needs of each supplier's waste bank based on the weight of the Analytic Network Process, and analyze the proposed flow & stock of materials using the Material Flow Analysis method. Based on the results of the analysis using Material Flow Analysis, there are differences in the demand plastic waste for each supplier. Determination of the waste bank infrastructure needs of each supplier is based on the results of the weighted performance of the waste supplier using the ANP method. Based on the results of the first ANP analysis, residents with the highest weight value, industry ranked 2 with the highest weight value, and fishermen in the last rank. Based on the results of the second ANP, it was found that the level of waste fulfillment was ranked first for each supplier of plastic waste. The implementation of a circular economy at IPST Asari has a good economic impact for suppliers and IPST Asari.

Keywords: Material Flow Analysis, Analytic Network Process, Circular Economy

RINGKASAN

Mufida Ainani Jauhar. Penentuan Kebutuhan Kapasitas Infrastruktur Industri Pengolahan Sampah Terpadu (IPST) Asari Berbasis *Circular Economy*. Dibimbing oleh Dyah Lintang Trenggonowati S.T.,M.T. dan Achmad Bahauddin S.T.,M.T.

Latar Belakang; Permasalahan sampah plastik merupakan masalah yang perlu diselesaikan dengan melibatkan masyarakat maupun pemerintah. Menurut data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutan RI sebuah webinar terbuka dikatakan bahwa Indonesia menyumbang 67,8 ton sampah setiap harinya, tak terkecuali Kota Cilegon. Kota Cilegon merupakan kota industri dan memiliki sebaran penduduk yang cukup padat. Pada tahun 219, Kota Cilegon menghasilkan sampah sebesar 1.345,05 meterkubik (m^3) perhari dan yang dapat dikelola oleh Dinas Lingkungan Hidup sebesar 70% (Dinas Lingkungan Hidup, 2019). Salah satu cara mengatasi sampah plastik yaitu pendirian IPST (Industri Pengelolaan Sampah Terpadu) yang dapat mengelola sampah plastik agar bernilai serta mengurangi sampah plastik yang masuk ke TPA. Saat ini, Kota Cilegon memiliki IPST yang terletak di Serdag, Cilegon yaitu IPST Asari yang dikelola oleh PT Chandra Asri Petrochemical. Berdasarkan data sampah masuk IPST Asari, pada tahun 2021 sampah *low value* yaitu 6649 kg. IPST Asari memiliki ketentuan bahwa produksi BBM Plas dilakukan 2 kali dalam seminggu seminggu dengan sampah plastik yang dibutuhkan 100 kg per produksi sehingga sampah plastik *low value* yang dibutuhkan yaitu 10.400 kg. Jumlah tersebut masih sangat minim untuk memenuhi kebutuhan produksi BBM Plas dalam setahun. Maka dibutuhkan strategi untuk memenuhi kebutuhan sampah plastik IPST Asari mengingat saat ini banyaknya sampah plastik yang dihasilkan dari aktivitas masyarakat. Dalam menentukan kebutuhan sampah plastik IPST Asari diperlukan analisis jumlah sampah plastik yang masuk pada tiap langkah pengelolaan sampah di IPST Asari. Oleh karena itu, analisis aliran dan stok kebutuhan sampah plastik dilakukan dengan menggunakan metode *Material Flow Analysis*. Pemasok sampah IPST Asari berasal dari warga, nelayan, dan industri. Pengiriman sampah yang dilakukan oleh pemasok belum dapat memenuhi kebutuhan sampah plastik. Oleh karena itu dibutuhkan analisis performa pemasok sampah plastik dalam menghasilkan pembobotan pemasok terbaik. Pembobotan tersebut menjadi dasar dalam penentuan jumlah infrastruktur bank sampah yang akan dibangun pada tiap pemasok. Metode yang digunakan yaitu *Analytic Network Process*. Selain itu dilakukan analisis menggunakan metode ANP yang kedua untuk menentukan sub-kriteria prioritas dalam pembentukan bank sampah yang menyesuaikan dengan kebutuhan pemasok. Keberadaan IPST Asari dan pembangunan infrastruktur bank sampah IPST Asari dapat menjadi langkah awal penerapan *circular economy*. Hal ini dikarenakan keberadaan IPST dapat mengubah sampah (*waste*) menjadi produk yang bernilai ekonomis yang akan diolah menjadi produk baru yang mendorong penerapan *circular economy*

Perumusan Masalah; Penelitian ini terdiri dari empat rumusan masalah yaitu bagaimana kondisi eksisting *material flow* pengolahan sampah plastik di IPST

Asari, bagaimana hasil pembobotan pada performa pemasok sampah plastik serta prioritas sub-kriteria pemasok sampah plastik IPST Asari, bagaimana kebutuhan kapasitas infrastruktur pengolahan sampah plastik di IPST Asari, dan bagaimana *material flow analysis* usulan pemenuhan kebutuhan kapasitas infrastruktur IPST Asari.

Tujuan Penelitian; Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui kondisi eksisting *material flow* pengolahan sampah plastik di IPST Asari, menentukan hasil pembobotan pada performa pemasok sampah plastik serta prioritas sub-kriteria pemasok sampah plastik IPST Asari, menentukan kebutuhan kapasitas infrastruktur pengolahan sampah plastik di IPST Asari, dan menentukan *material flow analysis* usulan pemenuhan kebutuhan kapasitas infrastruktur IPST Asari.

Metode Penelitian; Penentuan kebutuhan kapasitas infrastruktur IPST Asari menggunakan studi literatur dan wawancara dengan pihak IPST Asari. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dan kualitatif. Teknik pengumpulan data yaitu data primer dan data sekunder. Metode yang digunakan yaitu *Material Flow Analysis* dan *Analytic Network Process*.

Hasil Penelitian; Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa total sampah plastik pada *material flow eksisting* yaitu 7158,1 kg. Total sampah plastik *material flow* eksisting kategori *low value* yaitu 6648,7 kg dan sampah plastik *high value* yaitu 509,5 kg. Sedangkan total kebutuhan sampah plastik pada *material flow* usulan yaitu 11.196,8 kg dengan persentase sampah plastik dari pemasok warga sebesar 87%, industri sebesar 8%, dan nelayan sebesar 5%. Kebutuhan sampah plastik *low value* yaitu 10.400 kg dan *high value* yaitu 509,4 kg. Dari hasil *Analytic Network Process* performa pemasok sampah plastik dengan bobot berturut-turut dari yang tertinggi yaitu warga, industri, dan nelayan. Adapun berdasarkan hasil *Analytic Network Process* prioritas sub-kriteria pemasok sampah plastik ter-*urgent* yaitu tingkat pemenuhan sampah plastik. Total kebutuhan kapasitas infrastruktur bank sampah yaitu 4 untuk pemasok warga, 1 pemasok industri, dan 1 pemasok nelayan.

Kesimpulan; *Material Flow* eksisting menunjukkan stok dan aliran sampah plastik yang dipasok IPST Asari berasal dari warga sebesar 23,2% atau 5474 kg, industri sebesar 76,5% atau 1163 kg, dan nelayan sebesar 0,3% atau 20,5 kg. Adapun berdasarkan hasil *Analytic Network Process* prioritas sub-kriteria pemasok sampah plastik ter-*urgent* yaitu tingkat pemenuhan sampah plastik. Kebutuhan kapasitas infrastruktur bank sampah yang dibutuhkan untuk dapat memenuhi kebutuhan sampah plastik dari pemasok yaitu sejumlah 6 unit bank sampah yaitu 4 bank sampah warga, 1 bank sampah industri, dan 1 bank sampah nelayan. *Material flow* usulan yaitu 11.196,8 kg dengan persentase sampah plastik dari pemasok warga sebesar 87%, industri sebesar 8%, dan nelayan sebesar 5%. Kebutuhan sampah plastik *low value* yaitu 10.400 kg dan *high value* yaitu 509,4 kg.

Kata Kunci : *Material Flow Analysis, Analytic Network Process, Circular Economy*

DAFTAR ISI

Halaman Sampul	i
Halaman Judul.....	ii
Halaman Pernyataan Keaslian	iii
Halaman Pengesahan	iv
Prakata.....	v
Abstrak	vii
<i>Abstract</i>	viii
Ringkasan.....	viii
Daftar Tabel	xiv
Daftar Gambar.....	xiv
Daftar Arti Lambang, Singkatan, Dan Istilah	xvii
Daftar Lampiran	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Asumsi Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan	5
1.7 Penelitian Terdahulu	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengertian Sampah.....	11
2.2 Macam-Macam Sampah	12
2.2.1 Sampah Plastik.....	13
2.3 Pengelolaan Sampah	15
2.3.1 Pengelolaan Sampah Terpadu.....	16
2.4 Analisis Aliran Material per MFA (<i>Material Flow Analysis</i>)	17
2.4.1 Metodologi MFA	18
2.4.2 Langkah Model Material Flow Analysis (MFA).....	20

2.5	<i>Circular Economy</i>	21
2.6	<i>Analytic Network Process (ANP)</i>	22
2.6.1	Model <i>Analytic Network Process (ANP)</i>	23
2.6.2	Skala Numerik ANP	23
2.6.3	Tahapan-Tahapan ANP.....	24
BAB III METODE PENELITIAN		
3.1	Rancangan Penelitian.....	30
3.2	Lokasi dan Waktu Penelitian	30
3.3	Cara Pengambilan Data.....	31
3.4	Alur Pemecahan Masalah	31
3.4.1	<i>Flowchart</i> Penelitian Umum.....	32
3.4.2	<i>Flowchart</i> Pemecahan Masalah Menggunakan <i>Material Flow Analysis</i>	33
3.4.3	<i>Flowchart</i> Pemecahan Masalah Menggunakan <i>Analytic Network Process</i>	34
3.5	Deskripsi Pemecahan Masalah	35
3.5.1	Deskripsi Pemecahan Masalah <i>Flowchart</i> Penelitian Umum.....	35
3.5.2	Deskripsi Pemecahan Masalah <i>Flowchart Material Flow Analysis</i>	36
3.5.3	Deskripsi Pemecahan Masalah <i>Flowchart Analytic Network Process</i>	37
3.6	Analisis Data.....	40
BAB IV HASIL PENELITIAN		
4.1	Pengumpulan Data	42
4.1.1	Data Umum IPST Asari	42
4.1.2	Penerapan <i>Circular Economy</i> di IPST Asari	42
4.1.3	Jumlah Sampah Plastik Masuk IPST Asari Tahun 2021	43
4.1.4	Identifikasi Kriteria dan Sub Kriteria <i>Analytic Network Process</i> Pemasok Sampah Plastik IPST Asari	48
4.1.5	Profil Responden Kuesioner <i>Analytic Network Process</i>	49
4.2	Pengolahan Data	50
4.2.1	<i>Material Flow Analysis</i> Eksisting Pengolahan Sampah IPST Asari	50
4.2.2	<i>Analytic Network Process</i> Performa Pemasok Sampah IPST Asari	52
4.2.2.1	<i>Analytic Network Process</i> Performa Pemasok Sampah IPST Asari	52

4.2.2.2	<i>Analytic Network Process</i> Performa Pemasok Sampah IPST Asari.....	52
4.2.2.3	<i>Analytic Network Process</i> Performa Pemasok Sampah IPST Asari.....	52
4.2.2.4	<i>Analytic Network Process</i> Performa Pemasok Sampah IPST Asari.....	52
4.2.2.5	<i>Analytic Network Process</i> Performa Pemasok Sampah IPST Asari.....	52
4.2.2.6	<i>Analytic Network Process</i> Performa Pemasok Sampah IPST Asari.....	52
4.2.2.7	<i>Analytic Network Process</i> Performa Pemasok Sampah IPST Asari.....	60
4.2.2.8	<i>Analytic Network Process</i> Performa Pemasok Sampah IPST Asari.....	62
4.2.2.9	<i>Analytic Network Process</i> Performa Pemasok Sampah IPST Asari.....	65
4.2.2.10	<i>Analytic Network Process</i> Performa Pemasok Sampah IPST Asari.....	66
4.2.2.11	<i>Analytic Network Process</i> Performa Pemasok Sampah IPST Asari.....	67
4.2.3	Penentuan Kebutuhan Kapasitas Infrastruktur IPST Asari	67
4.2.4	<i>Material Flow Analysis</i> Usulan Pengolahan Sampah Plastik IPST Asari	70
4.2.5	Perbandingan Jumlah Sampah Plastik <i>Material Flow</i> Eksisting dan Usulan	75
BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN		
5.1	Analisis Kondisi Eksisting <i>Material Flow</i> Pengolahan Sampah Plastik di IPST Asari.....	76
5.2	Analisis Pembobotan <i>Analytic Network Process</i> Performa Pemasok Sampah Plastik dan <i>Analytic Network Process</i> Sub-Kriteria Prioritas Sampah Plastik IPST Asari.....	77
5.3	Analisis Kebutuhan Kapasitas Infrastruktur Pengolahan Sampah Plastik di IPST Asari.....	78
5.4	Analisis <i>Material Flow Analysis</i> Usulan Pemenuhan Kebutuhan Kapasitas Infrastruktur IPST Asari	79
5.5	Analisis Penerapan <i>Circular Economy</i> di IPST Asari	80
BAB VI KESIMPULAN DAN SARANS		
6.1	Kesimpulan	82
6.2	Saran	83
DAFTAR PUSTAKA		84
LAMPIRAN.....		90
DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS		139

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Penelitian Terdahulu	7
Tabel 2. Skala Numberik ANP.....	24
Tabel 3. Nilai Random Index (RI)	26
Tabel 4. Rekapitulasi Sampah Plastik dari PT Chandra Asri Petrochemical Tahun 2021	44
Tabel 5. Rekapitulasi Sampah Plastik dari Warga Serdag Tahun 2021.....	45
Tabel 6. Rekapitulasi Sampah Plastik dari Lainnya Tahun 2021	45
Tabel 7. Rekapitulasi Keseluruhan Sampah Plastik Masuk IPST Asari Tahun 2021 Berdasarkan Sumber dan Jenis	46
Tabel 8. Rekapitulasi Sampah Plastik Berdasarkan <i>Low Value</i> dan <i>High Value</i> IPST Asari Tahun 2021	48
Tabel 9. Identifikasi Awal Kriteria Berdasarkan Studi Literatur	49
Tabel 10. Profil Responden.....	49
Tabel 11. Hasil Identifikasi Kriteria <i>Supplier</i> Sampah Plastik IPST Asari	52
Tabel 12. Perbandingan Berpasangan Kriteria dan Sub-Kriteria Pemasok Sampah Plastik IPST Asari	54
Tabel 13. Hubungan Antar Sub-Kriteria Jarak & Waktu Terhadap Alternatif Responden 1	56
Tabel 14. Nilai <i>Inconsistency</i> Antar Sub-Kriteria Jarak & Waktu Terhadap Alternatif Responden 1	56
Tabel 15. Hasil <i>Priorities</i> Perbandingan Berpasangan Responden 1 (Pak Anam) 56	
Tabel 16. Hubungan Antar Sub-Kriteria Jarak & Waktu Terhadap Alternatif Responden 2	57
Tabel 17. Nilai <i>Inconsistency</i> Antar Sub-Kriteria Jarak & Waktu Terhadap Alternatif Responden 2.....	58
Tabel 18. Hasil <i>Priorities</i> Perbandingan Berpasangan Responden 2 (Pak Murat)	58
Tabel 19. Hubungan Antar Sub-Kriteria Jarak & Waktu Terhadap Alternatif Responden 3	59

Tabel 20. Nilai <i>Inconsistency</i> Antar Sub-Kriteria Jarak & Waktu Terhadap Alternatif Responden 3	59
Tabel 21. Hasil <i>Priorities</i> Perbandingan Berpasangan Responden 3	59
Tabel 22. Perbandingan Berpasangan Antar <i>Cluster Goal</i> dan <i>Cluster</i> Kriteria Responden	60
Tabel 23. Invers Perbandingan Berpasangan Antar <i>Cluster Goal</i> dan <i>Cluster</i> Kriteria Responden	61
Tabel 24. Rekapitulasi Hasil <i>Normalized by Cluster</i> Tiap Responden	62
Tabel 25. Hasil Rata-Rata <i>Normalized by Cluster</i> Tiap Responden	62
Tabel 26. <i>Transpose</i> Hasil Rata-Rata <i>Normalized by Cluster</i> Tiap Responden ...	64
Tabel 27. Perangkingan <i>Transpose</i> Hasil Rata-Rata <i>Normalized by Cluster</i> Tiap Responden	64
Tabel 28. Perhitungan Akhir <i>Rater of Agreement</i>	65
Tabel 29. <i>Unweighted Supermatrix</i>	66
Tabel 30. <i>Weighted Supermatrix</i>	66
Tabel 31. <i>Limit Matrix</i>	66
Tabel 32. Bobot Prioritas Sub-Kriteria	67
Tabel 33. Bobot Prioritas Alternatif	67
Tabel 34. Kebutuhan Infrastruktur IPST Asari	68
Tabel 35. Kebutuhan Infrastruktur Tiap Pemasok Berdasarkan Pembobotan ANP IPST Asari	69
Tabel 36. Kebutuhan Sampah Plastik <i>Low Value</i>	70
Tabel 37. Kebutuhan Sampah Plastik <i>High Value</i>	71
Tabel 38. Penentuan Massa Sampah Tiap Kategori MFA Usulan	72
Tabel 39. Penentuan Massa Sampah Tiap Pemasok MFA Usulan	73
Tabel 40. Perbandingan Sampah Masuk <i>Material Flow</i> Eksisting & Usulan	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Elemen Model MFA	19
Gambar 2. Model Struktur Jaringan.....	23
Gambar 3. <i>Flowchart</i> Penelitian Umum	32
Gambar 4. <i>Flowchart Material Flow Analysis</i>	33
Gambar 5. <i>Flowchart Analytic Network Process</i>	34
Gambar 6. Penerapan <i>Circular Economy</i> IPST Asari.....	43
Gambar 7. <i>Material Flow</i> Eksisting Pengolahan Sampah IPST Asari	51
Gambar 8. Model <i>Analytics Network Process</i> Performa Pemasok Sampah IPST Asari Pada <i>Super Decision</i>	53
Gambar 9. Model <i>Analytics Network Process</i> Performa Pemasok Sampah IPST Asari	54
Gambar 10. <i>Material Flow Analysis</i> Usulan Pengolahan Sampah Plastik IPST Asari	74

DAFTAR ARTI LAMBANG, SINGKATAN, DAN ISTILAH

LAMBANG/ SINGKATAN	Nama	Pemakaian Pertama Kali pada Halaman
-----------------------	------	--

MFA	<i>Material Flow Analysis</i>	2
-----	-------------------------------	---

ANP	<i>Analytics Network Process</i>	3
-----	----------------------------------	---

IPST	Industri Pengolahan Sampah Terpadu	3
------	---------------------------------------	---

RI	Republik Indonesia	3
----	--------------------	---

BBM	Bahan Bakar Minyak	2
-----	--------------------	---

WHO	<i>World Health Organization</i>	1
-----	----------------------------------	---

RDF	<i>Refused Derived Fuel</i>	2
-----	-----------------------------	---

KK	Kepala Keluarga	1
----	-----------------	---

TPA	Tempat Pembuangan Akhir	1
-----	-------------------------	---



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Kuesioner</i> ANP Performa Pemasok Sampah Plastik	91
Lampiran 2. Hasil <i>Kuesioner</i> ANP Performa Pemasok.....	107
Lampiran 3. Perhitungan ANP dengan <i>Microsoft Excel</i>	121



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Sampah merupakan permasalahan penting yang perlu diselesaikan. Menurut data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI sebuah webinar dikatakan bahwa Indonesia menyumbang 67,8 Ton sampah setiap harinya, tak terkecuali Kota Cilegon. Kota Cilegon merupakan kota industri dan memiliki sebaran penduduk yang cukup padat. Berdasarkan hasil data Kementerian Lingkungan Hidup & Kehutanan, Cilegon menghasilkan sampah sekitar 136.456 ton pada tahun 2020 (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2020). Selain sampah domestik, sampah plastik juga menyumbang dalam akumulasi sampah di Kota Cilegon. Pemanfaatan sampah plastik yang baik dapat membantu mengatasi permasalahan sampah plastik di Kota Cilegon. Selain itu, sampah plastik juga dapat bernilai ekonomis jika dimanfaatkan secara baik.

Penanggulangan masalah sampah menjadi tanggung jawab bersama, baik masyarakat dan pemerintah diharapkan bersinergi untuk menyelesaikan permasalahan sampah. Sampah plastik menyumbang jumlah terbesar untuk jenis sampah yang perlu ditangani. Selain komposisinya yang sulit diurai, sampah plastik berdampak buruk bagi lingkungan terutama satwa laut. Ada banyak langkah yang dilakukan untuk mengurangi masalah sampah. Salah satu cara mengatasi sampah plastik yaitu pendirian IPST (Industri Pengelolaan Sampah Terpadu) yang dapat mengelola sampah plastik agar bernilai serta mengurangi sampah plastik yang masuk ke TPA.

Saat ini, Kota Cilegon memiliki IPST yang terletak di Lingkungan Serdag, Cilegon yaitu IPST Asari yang dikelola oleh PT Chandra Asri Petrochemical. IPST Asari akan memproses plastik bernilai rendah dan residu untuk selanjutnya diolah menjadi BBM Plas dan RDF (*Reduce Derived Fuel*). Dengan demikian, kehadiran IPST Asari dapat membantu penanganan sampah plastik di Kota Cilegon. Saat ini

IPST Asari menangani sampah plastik dari satu kelurahan di Kota Cilegon yang berasal dari warga, industri, dan nelayan. IPST Asari mengumpulkan sampah plastik dari warga hampir 100 KK (Kepala Keluarga) di Kelurahan Serdag. IPST Asari mengelola sampah *low value* yang tidak bernilai ekonomis dan *high value* yang memiliki nilai ekonomis. Sampah plastik *low value* terdiri dari kantong kresek dan kantong bening, *sachet*, kemasan yang mengandung aluminium foil, dan kantong kemasan lainnya yang akan diolah menjadi BBM Plas. Sedangkan untuk sampah plastik *high value* terdiri dari botol, gelas minuman, dan plastik lainnya (kerasan, botol kemasan lain, plastik elektronik, dan lainnya) yang akan dijual ke industri daur ulang.

Berdasarkan data sampah yang masuk ke IPST Asari, pada Tahun 2021 sampah *low value* yaitu 6649 kg. IPST Asari memiliki ketentuan bahwa produksi BBM Plas dilakukan 2 kali dalam seminggu dengan sampah plastik yang dibutuhkan 100 kg per produksi sehingga sampah plastik *low value* yang dibutuhkan yaitu 10.400 kg per Tahun. Jumlah tersebut masih sangat minim untuk memenuhi kebutuhan produksi BBM Plas dalam setahun. Maka dibutuhkan strategi untuk memenuhi kebutuhan sampah plastik IPST Asari mengingat saat ini banyaknya sampah plastik yang dihasilkan dari aktivitas masyarakat. Hanya saja, tingkat kesadaran masyarakat dalam pengelolaan sampah plastik masih minim. Salah satu langkah yang dapat dilakukan yaitu dengan membangun bank sampah. Bank sampah merupakan program pengelolaan sampah yang melibatkan masyarakat untuk terjun langsung dalam pengelolaan sampah. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Sekarningrum (2017) menyatakan bahwa salah satu upaya untuk mengatasi masalah sampah yang ada di bantaran Sungai Cikapundung adalah kolaborasi masyarakat dan organisasi sosial (bank sampah) di wilayah tersebut. Bank sampah sebagai organisasi sosial di wilayah tersebut, berperan sebagai inisiator untuk menggerakkan masyarakat dalam proses pengelolaan sampah. Selanjutnya, masyarakat yang merupakan produsen penghasil sampah, menjadi partisipan dalam proses pengolahan sampah dengan melakukan pemilahan sampah secara partisipatif.

Pada penelitian ini, bank sampah merupakan infrastruktur yang diperlukan dalam memenuhi kebutuhan sampah plastik IPST Asari. Dalam menentukan kebutuhan sampah plastik IPST Asari diperlukan analisis jumlah sampah plastik yang masuk pada tiap langkah pengelolaan sampah di IPST Asari. Oleh karena itu, analisis aliran dan stok kebutuhan sampah plastik perlu dilakukan dengan menggunakan metode *Material Flow Analysis*. Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Khair, dkk (2019) menganalisis aliran material kegiatan bank sampah di Indonesia dengan studi kasus kota Medan dengan menggunakan MFA (*Material Flow Analysis*) pada proses pemilahan sampah (Khair *et al.*, 2019). Sedangkan Putri, dkk (2018) menganalisis pengelolaan sampah plastik di Jakarta dengan mengevaluasi aliran material dan skema daur ulang sampah (Putri, Fujimori and Takaoka, 2018). Pada penelitian terdahulu belum terdapat analisis mengenai penerapan analisis MFA pada Industri Pengolahan Sampah Terpadu (IPST) untuk mengetahui jumlah untuk tiap jenis sampah yang dikelola oleh IPST. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan analisis menggunakan MFA untuk mengetahui jumlah tiap jenis sampah plastik yang dikategorikan untuk kebutuhan IPST Asari. Dengan MFA dapat diketahui tiap jenis sampah yang jumlahnya masih kurang untuk melakukan kegiatan produksi BBM Plas melalui proses pirolisis di IPST Asari.

Pemasok sampah IPST Asari berasal dari warga, nelayan, dan industri. Pengiriman sampah yang dilakukan oleh pemasok belum dapat memenuhi kebutuhan sampah plastik IPST Asari. Oleh karena itu dibutuhkan analisis performa pemasok sampah plastik untuk IPST Asari menggunakan metode *Analytic Network Process* (ANP). Metode ANP menjadi dasar dalam penentuan jumlah infrastruktur bank sampah yang harus disediakan oleh setiap pemasok IPST Asari. Selain itu, metode ANP digunakan juga untuk menentukan sub-kriteria prioritas dalam pembentukan bank sampah yang sesuai dengan kebutuhan pemasok. Beberapa penelitian terdahulu yang menggunakan metode ANP untuk memilih supplier antara lain penelitian Sesa (2021). Sesa (2021) melakukan pemilihan supplier bahan baku roti dengan metode ANP. Sedangkan Ekawati (2018)

menggunakan metode ANP untuk menilai performa *supplier* perusahaan yang berbahan baku produk yaitu *scrap* dan *billet*.

Keberadaan IPST Asari dan pembangunan infrastruktur bank sampah IPST Asari dapat menjadi langkah awal penerapan *circular economy*. Hal ini dikarenakan keberadaan IPST dapat mengubah sampah (*waste*) menjadi produk yang bernilai ekonomis yang akan diolah menjadi produk baru yang mendorong penerapan *circular economy*. Menurut Kristianto dan Nadapdap (2021), *circular economy* merupakan sebuah konsep ekonomi yang mengimplementasikan tujuan pembangunan berkelanjutan yang terkait dengan tingkat konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab dan berkelanjutan. Konsep ekonomi ini memberikan sebuah solusi dari permasalahan sampah yang diproduksi oleh masyarakat, dengan tujuan membuat produk baru dari sumber daya sampah yang bermanfaat dan bernilai ekonomi (Kristianto and Nadapdap, 2021).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana kondisi eksisting *Material Flow* pengolahan sampah plastik di IPST Asari?
2. Bagaimana hasil pembobotan sub-kriteria dan alternatif pada performa pemasok sampah plastik?
3. Bagaimana kebutuhan kapasitas infrastruktur pengolahan sampah plastik di IPST Asari?
4. Bagaimana *Material Flow Analysis* usulan pemenuhan kebutuhan kapasitas infrastruktur IPST Asari?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang tertera diatas didapat tujuan penelitian sebagai berikut :

1. Mengetahui *Material Flow* eksisting pengolahan sampah plastik di IPST Asari.
2. Menentukan pembobotan sub-kriteria dan alternatif pemasok sampah plastik IPST Asari.

3. Menentukan kebutuhan kapasitas infrastruktur pengolahan sampah plastik di IPST Asari.
4. Menentukan *Material Flow Analysis* usulan dalam pemenuhan kapasitas infrastruktur pengolahan sampah IPST Asari.

1.4 Batasan Masalah

Berikut merupakan batasan masalah pada penelitian ini:

1. Pengumpulan data dilakukan di IPST Asari, Serdag, Cilegon.
2. Pemasok sampah plastik IPST Asari berasal dari warga, industri, dan nelayan.
3. Infrastruktur pemasok sampah yaitu dalam bentuk bank sampah.
4. Kapasitas infrastruktur bank sampah berfokus hanya pada sampah plastik.

1.5 Asumsi Penelitian

Berikut merupakan asumsi pada penelitian ini:

1. Target sampah plastik yang dikelola pada Tahun 2021 yaitu 7000 kg.
2. Frekuensi produksi BBM Plas yaitu 2 kali dalam seminggu.
3. Kapasitas bank sampah merupakan rata-rata kapasitas bank sampah di Cilegon yaitu 200 kg per bulan atau 2400 kg dalam setahun

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam memahami lebih jelas mengenai penelitian ini, maka materi-materi yang tertera pada laporan ini dikelompokkan menjadi beberapa sub bab dengan sistematika penyampaian sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan membahas tinjauan pustaka yang digunakan sebagai landasan penelitian yang terdiri dari pengertian sampah, macam-macam sampah, pengelolaan sampah, dan analisis material sampah (*material flow analysis*), *circular economy*.

BAB III METODE PENELITIAN

Dalam bab ini menjelaskan tentang metode yang digunakan dalam penelitian ini yang berisi *flowchart*.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini menyajikan data yang diperoleh setelah melakukan penelitian dan pengolahan data hasil penelitian. Adapun pengolahan data dilakukan dengan menggunakan metode *Material Flow Analysis*.

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menuliskan tentang analisis yang dibutuhkan untuk mendukung penelitian. Analisis dilakukan menggunakan data yang telah diolah pada Bab IV untuk mendapatkan solusi masalah. Analisis yang dilakukan dibandingkan dengan jurnal sebagai referensi yang telah ada.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini menuliskan tentang kesimpulan dari hasil pengolahan data yang dilakukan di Bab IV dan Analisis serta pembahasan yang mendukung penelitian pada Bab V. Adapun saran dilakukan untuk perbaikan penelitian kedepannya agar lebih baik.

1.7 Penelitian Terdahulu

Berikut merupakan penelitian terdahulu yang menjadi referensi dalam penelitian ini.

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

No	Nama Penulis	Tahun	Judul Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
1	Iga Yusmaidah Siregar (Siregar, 2018)	2018	Analisis Aliran Material Kegiatan Bank Sampah Di Kota Medan (Studi Kasus: Bank Sampah Paud Fitri, Bank Sampah Berkah Dan Bank Sampah Induk Sicanang)	MFA (Material Flow Analysis)	Dihasilkan analisis aliran material dengan model <i>Material Flow Analysis</i> (MFA) dimana hasil proses bank sampah di Kota Medan, dilihat nilai dari awal masuk sampah, proses pemilahan sampah, penggunaan sumber daya hingga tahap keluarnya sampah anorganik (hasil residu, air bekas cucian sampah plastik) di tiap bank sampah
2	Dino Rimantho, Erliza Noor, Eriyatno dan Hefni E fendi (Rimantho <i>et al.</i> , 2019)	2019	Penilaian aliran limbah elektronika di DKI Jakarta menggunakan <i>Material Flow Analysis</i> (MFA)	MFA (Material Flow Analysis)	Dihasilkan total limbah elektronik yang dihasilkan adalah 7713.42013 kg / tahun. Selain itu, aliran material menunjukkan bahwa ada beberapa pemangku kepentingan kunci dalam pengelolaan limbah elektronik di DKI Jakarta seperti, pengumpul, pengepul tingkat pertama, pengepul tingkat kedua dan pabrik. Beberapa usulan strategi dapat dilakukan untuk meningkatkan pengelolaan limbah elektronik yang berkelanjutan
3	Astita Anggun P. , Catharina Badra N., dan Romy Loice	2017	Evaluasi Dampak Lingkungan Pengelolaan Sampah Di Universitas Katolik Parahyangan	MFA (Material Flow Anlysis)	Dihasilkan usulan perbaikan skenario pengelolaan sampah di UNPAR Ciumbuleuit adalah membagi jenis sampah menjadi enam kelompok, yaitu kompos (sisa makanan), tisu, kertas dan <i>cardboard</i> , <i>refundable recycles</i> (plastik), <i>refundable recycles</i> (kaleng dan tetra pak), dan <i>garbage</i> .

Tabel 1. Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No	Nama Penulis	Tahun	Judul Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
4	Latifah Abdul Ghani, Nor Fatin Alias, Noor Zalina Mahmood, dan Siti Aisyah (Alias <i>et al.</i> , 2022)	2020	<i>Recyclable Materials Flows in Municipal Solid Waste System in Terengganu : An Recyclable Materials Flows in Municipal Solid Waste System in Terengganu : An Application of Material Flow Analysis</i>	MFA (Material Flow Analysis)	Penerapan <i>Material Flow Analysis</i> (MFA) sebagai alat penilaian telah memberikan gambaran yang jelas untuk memahami aliran sampah rumah tangga di Terengganu. Penelitian ini telah mampu mengidentifikasi aliran <i>input</i> dan <i>output</i> yang terjadi pada sistem persampahan rumah tangga. Puncak dari penelitian ini menunjukkan bahwa, aliran sampah rumah tangga menyumbang 64% dari timbulan sampah. Jumlah sampah makanan yang dibuang ke TPA dari rumah tangga perlu dikurangi di masa depan
5	Deshpande, P., Philis, G., Brattebø, Helge, F., Annik (Deshpande <i>et al.</i> , 2020)	2020	<i>Using Material Flow Analysis (MFA) To Generate The Evidence On Plastic Waste Management From Commercial Fishing Gears In Norway</i>	MFA (Material Flow Analysis)	Model MFA membantu menghasilkan bukti ilmiah tentang jumlah plastic memasuki laut sebagai ALDFG dan EOL FG yang tersedia untuk didaur ulang di Norwegia. jumlah tahunan yang dilaporkan dari sampah plastik yang dikumpulkan pada tahap akhir masa pakai dianggap bukti penting bagi pendaur ulang regional dan pengelola limbah yang bertujuan untuk menutup loop material dari sumber daya FG di Norwegia.

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

No	Nama Penulis	Tahun	Judul Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
6	Lusiana Agustin Sesa, Farida Djumiati Sitania, Dharma Widada (Sesa, Sitania and Widada, 2021)	2021	Analisis Pemilihan <i>Supplier</i> Bahan Baku Roti dengan ANP (<i>Analytical Network Process</i>) dan <i>Rating Scale</i> (Studi Kasus : Roti Gembong Kota Raja di Balikpapan)	ANP (<i>Analytic Network Process</i>)	Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis menggunakan metode ANP dan <i>rating scale</i> diperoleh <i>supplier</i> B merupakan <i>supplier</i> prioritas dalam pemilihan <i>supplier</i> untuk bahan baku tepung terigu, sedangkan <i>supplier</i> X merupakan <i>supplier</i> yang menjadi prioritas dalam pemilihan <i>supplier</i> untuk bahan baku gula pasir, karena <i>supplier</i> B dan <i>supplier</i> X menempati urutan tertinggi pada penilaian performa oleh perusahaan Roti Gembong Kota Raja di Balikpapan.
7	Ratna Ekawati, Dyah Lintang Trenggonowati, Viki Dwi Aditya (Ekawati, Trenggonowati and Aditya, 2018)	2018	Penilaian Performa <i>Supplier</i> Menggunakan Pendekatan <i>Analytic Network Process</i> (ANP)	ANP (<i>Analytic Network Process</i>)	Diperoleh penilaian didapatkan <i>supplier</i> 2 (28%), <i>supplier</i> 3 (27%), <i>supplier</i> 1 (25%), dan <i>supplier</i> 4 (20%).
8	M. Iqbal dan T. Suherti (Iqbal and Suherti, 2019)	2018	Identifikasi Penerapan Konsep Zero Waste dan Circular Economy dalam Pengelolaan Sampah di Kampung Kota Kampung Cibunut, Kelurahan Kebon Pisang, Kota Bandung	<i>Circular Economy</i>	Berdasarkan hasil analisis didapatkan bahwa untuk saat ini belum terbentuk aliran circular economy pada pengelolaan sampah di Kampung Cibunut, Akan tetapi pada aliran pengelolaan sampah organik saat ini telah terbentuk aliran yang circular namun belum memberikan manfaat ekonomi pada masyarakat karna hasil pengomposan saat ini belum ada yang dipasarkan, baru dimanfaatkan untuk penghijauan di lingkungan Kampung Cibunut

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

No	Nama Penulis	Tahun	Judul Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
9	Dafi Dinansyah Wiradimadja, Eri N. Megantara, Teguh Husodo, Sunardi, Raden Ayu Mutiara, Tri Mulyani (Wiradimadja, 2018)	2018	Praktek Ekonomi Sirkular di Ecivullage (Ikhtisar Ekonomi Sirkular Praktek di Desa Bendungan, Jawa Barat, Indonesia)	<i>Circular Economy</i>	Manfaat ekonomi dari mesin briket, pengomposan dan bank sampah telah membuat masyarakat yang dulunya memiliki kesadaran lingkungan yang rendah bersedia untuk terlibat dalam program tersebut. Melalui pemulihan nilai dari limbah dan benda-benda yang tidak dapat digunakan atau akan dibuang, ekonomi sirkular meningkatkan manfaat benda dan sumber daya untuk produktivitas dan daya saing, misalnya briket murah dari limbah
10	Hadi Santosa, Yulianti, Suratno Laurentius, Setiyadi (Yuliati <i>et al.</i> , 2021)	2021	Prospek Bisnis Briket Daun Kering dalam Kegiatan Pendampingan dan Pemberdayaan Masyarakat Surabaya Menuju Ekonomi Sirkular	Economy Circular	Perbaikan, pengembangan dan upaya yang berkelanjutan dalam pemanfaatan sampah organik menjadi energi baru terbarukan diperlukan dalam rancang alat cetak briket dan juga mutu hasil briket sampah organik dengan prinsip 3R berbasis teknologi kerakyatan serta analisa ekonomi dan prospek bisnis arang briket dari sampah organik ini diharapkan akan mampu mendorong ekonomi sirkular bagi peningkatan kesejahteraan keluarga.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Sampah

Menurut UU Nomor 18 Tahun 2008 tentang pengelolaan sampah, sampah merupakan permasalahan nasional sehingga pengelolaannya perlu dilakukan secara komprehensif dan terpadu dari hulu ke hilir agar memberikan manfaat secara ekonomi, sehat bagi masyarakat, dan aman bagi lingkungan, serta dapat mengubah perilaku masyarakat (Bachiller *dkk.*, 2008). Menurut definisi *World Health Organization* (WHO), sampah adalah sesuatu yang tidak digunakan, tidak dipakai, tidak disenangi atau sesuatu yang dibuang yang berasal dari kegiatan manusia dan tidak terjadi dengan sendirinya (Chandra, 2006). Berdasarkan SK SNI Tahun 1990, sampah adalah limbah yang bersifat padat yang terdiri dari zat organik dan zat anorganik yang dianggap tidak berguna lagi dan harus dikelola agar tidak membahayakan dan melindungi investasi pembangunan (Chandra, 2006).

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan atau proses alam yang berbentuk padat (Departemen Kesehatan RI, 2008). Sampah merupakan bahan padat buangan dari kegiatan rumah tangga, pasar, perkantoran, rumah penginapan, hotel, rumah makan, industri, puingan bahan bangunan dan besi-besi tua bekas kendaraan bermotor. Sampah merupakan hasil sampingan dari aktivitas manusia yang sudah terpakai (Sucipto, 2012).

Setiap aktivitas manusia pasti menghasilkan buangan atau sampah. Jumlah atau volume sampah sebanding dengan tingkat konsumsi terhadap barang atau material yang digunakan sehari-hari (Sejati, 2009). Sampah adalah suatu benda atau bahan yang sudah tidak digunakan lagi oleh manusia sehingga dibuang. Stigma masyarakat terkait sampah adalah semua sampah itu menjijikkan, kotor, dan lain-lain sehingga harus dibakar atau dibuang sebagaimana mestinya (Mulasari, 2013).

2.2 Macam-Macam Sampah

Dalam Undang-Undang No.18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, jenis dan sumber sampah yang diatur adalah sebagai berikut (Indonesia, 2008)

1. Sampah Rumah Tangga

Yaitu sampah yang berbentuk padat yang berasal dari sisa kegiatan sehari-hari di rumah tangga, tidak termasuk tinja dan sampah spesifik dan dari proses alam yang berasal dari lingkungan rumah tangga. Sampah ini bersumber dari rumah atau dari kompleks perumahan.

2. Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga

Yaitu sampah rumah tangga yang berasal bukan dari rumah tangga dan lingkungan rumah tangga melainkan berasal dari sumber lain seperti pasar, pusat perdagangan, kantor, sekolah, rumah sakit, rumah makan, hotel, terminal, pelabuhan, industri, taman kota, dan lainnya.

3. Sampah Spesifik

Yaitu sampah rumah tangga atau sampah sejenis rumah tangga yang karena sifat, konsentrasi dan atau jumlahnya memerlukan penanganan khusus, meliputi, sampah yang mengandung B3 (bahan berbahaya dan beracun seperti baterai bekas, bekas toner, dan sebagainya), sampah yang mengandung limbah B3 (sampah medis), sampah akibat bencana, puing bongkaran, sampah yang secara teknologi belum dapat diolah, sampah yang timbul secara periode (sampah hasil kerja bakti)

Menurut Suprihatin, Prihanto dan Gelbert (1996) jenis-jenis sampah dibagi menjadi dua macam, yaitu (Sujarwo, Widyaningsih and Trisanti, 2014):

1. Sampah Organik

Sampah organik atau sampah basah adalah sampah yang terdiri dari bahan-bahan penyusun tumbuhan dan hewan yang diambil dari alam atau yang dihasilkan dari kegiatan pertanian, perikanan, dan lain sebagainya. Sampah ini dapat terurai dengan mudah dalam proses alami. Sampah rumah tangga sebagian besar adalah sampah organik. Contoh sampah organik adalah sampah dari dapur, sayuran, kulit buah, dan daun.

2. Sampah Anorganik

Sampah anorganik adalah sampah yang berasal dari sumber daya alam yang tidak terbarui, seperti mineral dan sisa-sisa hasil produksi. Secara keseluruhan, sebagian dari zat anorganik tidak dapat diuraikan oleh alam. Sedangkan sebagian lainnya lagi dapat diuraikan dalam waktu yang sangat lama. Contoh sampah anorganik adalah botol gelas, kaleng, dan logam.

2.2.1 Sampah Plastik

Bahan pembuat plastik pada mulanya adalah minyak dan gas sebagai sumber alami, tetapi di dalam perkembangan zaman bahan-bahan ini digantikan dengan bahan sintesis sehingga dapat diperoleh sifat-sifat plastik yang diinginkan. Bahan-bahan aditif dalam pembuatan plastik ini merupakan bahan dengan berat molekul rendah, yaitu berupa pelumas, antioksidan, penyerap sinar ultraviolet, bahan pengisi, dan penguat (Zhang *et al.*, 1997). Plastik berdasarkan sifat-sifat fisik plastik terbagi menjadi *Thermoplastic* dan *Thermosetting*.

1. *Thermoplastic*

Merupakan jenis-jenis plastik yang dapat didaur ulang atau dicetak lagi dengan proses pemanasan ulang. Contohnya adalah PET (*Polyethylene Terephthalate*), PS (*Polystyrene*), PC (*Polycarbonate*).

2. *Thermosetting*

Merupakan jenis plastik yang tidak bisa didaur ulang atau dicetak lagi dengan proses pemanasan ulang. Hal ini dikarenakan bahwa pemanasan ulang dapat menyebabkan kerusakan pada molekul-molekulnya. Contohnya adalah melamin. Salah satu jenis material plastik yang digunakan adalah *thermoplastic*, hal ini dikarenakan bahwa *thermoplastic* tidak mengalami perubahan susunan kimia sewaktu dicetak, dan tidak keras saat dipanaskan. Dari berbagai macam jenis *thermoplastic*, yang sering digunakan dalam perindustrian adalah jenis PET (*Polyethylene Terephthalate*). Menurut Tchobanoglous (2006) jenis-jenis plastik dibagi menjadi tujuh macam, yaitu (Kreith, 2006):

a) PET (*Polyethylene Terephthalate*)

PET didaur ulang sebagai serat polister dalam industri bantal, *bed cover*, dan botol minuman (air mineral, jus, *soft drink*, minuman olah raga) tetapi tidak untuk air hangat atau panas.

b) HDPE (*High Density Polyethylene*)

Penggunaan HDPE tergantung dari produk yang dihasilkan. Salah satunya adalah botol susu yang terbuat dari HDPE dengan titik leleh yang rendah. Hasil daur ulangnya dapat digunakan sebagai kemasan produk non-pangan seperti shampo, kondisioner, pipa, ember, dan lain-lain.

c) PVC (*Polyvinyl Chloride*)

PVC digunakan untuk pembungkus makanan, peralatan elektronik dan pembungkus kabel serta pipa. Bahan ini paling sulit untuk didaur ulang dan biasanya daur ulang bahan ini hanya dapat digunakan untuk pipa, pot bunga, mainan anak-anak, dan konstruksi bangunan.

d) LDPE (*Low Density Polyethylene*)

LDPE biasa dipakai untuk tempat makanan dan botol-botol yang lembek (madu, *mustard*), *trash bag*, pertanian, dan konstruksi bangunan. LDPE dapat didaur ulang dan baik untuk barang-barang yang memerlukan fleksibilitas tetapi kuat.

e) PP (*Polypropylene*)

PP memiliki daya tahan yang baik terhadap bahan kimia, kuat, dan memiliki titik leleh yang tinggi sehingga cocok untuk produk yang berhubungan dengan makanan dan minuman seperti tempat menyimpan makanan, botol minum, tempat obat dan botol minum untuk bayi. Bahan ini biasanya didaur ulang menjadi casing baterai, sapu, sikat, dan lain-lain.

f) PS (*Polystyrene*)

PS biasa dipakai sebagai bahan tempat makan styrofoam, tempat minum sekali pakai, tempat CD, karton tempat telur, dan lain-lain. Pemakaian bahan ini sangat dihindari untuk mengemas makanan karena bahan

styrine dapat masuk ke dalam makanan ketika makanan tersebut bersentuhan.

g) *Other* (PC atau *Polycarbonate* dan plastik *multilayer*)

Plastik ini terbuat dari bahan yang tidak termasuk enam golongan yang lainnya, atau terbuat dari lebih dari satu jenis resin dan digunakan dalam kombinasi bermacam-macam lapisan. Bahan ini tidak menguntungkan dari segi ekonomi karena tidak ada pasar yang mau menerima produk jenis ini. Namun untuk membuat processor menggunakan campuran antara bahan *polyetilen* dan *polypropylen*.

2.3 Pengelolaan Sampah

Pengelolaan sampah adalah semua kegiatan yang dilakukan untuk menangani sampah sejak ditimbulkan sampai dengan pembuangan akhir (Sejati, 2009). Spesifikasi timbulan sampah menurut SK SNI S-04-1993-03 untuk kota sedang sebesar 2,75-3,25 liter per orang per hari atau 0,7-0,8 kg per orang per hari dan 1 kg/orang/hari untuk kota besar. Sedangkan menurut SNI 19-3983-1995 besar timbulan sampah kota kecil sebesar 2,5-2,75 liter/orang/hari atau 0,625-0,70 kg/orang/hari. Kegiatan penanganan sampah seperti yang dimaksud dalam Pasal 22 Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, meliputi (Bachiller *dkk.*, 2008):

1. Pemilahan dalam bentuk pengelompokan dan pemisahan sampah sesuai dengan jenis, jumlah, dan atau sifat sampah
2. Pengumpulan dalam bentuk pengambilan dan pemindahan sampah dari sumber sampah ke tempat penampungan sementara atau tempat pengolahan sampah terpadu
3. Pengangkutan dalam bentuk membawa sampah dari sumber dan atau dari tempat penampungan sampah sementara atau dari tempat pengolahan sampah terpadu menuju ke tempat pemrosesan akhir
4. Pengolahan dalam bentuk mengubah karakteristik, komposisi, dan jumlah sampah
5. Pemrosesan akhir sampah dalam bentuk pengembalian sampah dan atau residu hasil pengolahan sebelumnya ke media lingkungan secara aman.

2.3.1 Pengelolaan Sampah Terpadu

Menurut Swadaya (2008), konsep dari pengelolaan sampah terpadu terdiri dari beberapa tahapan, yakni cegah atau *reduce* (mencegah atau meminimalisir penggunaannya), *reuse* (memperpanjang masa pemakaian atau memanfaatkan kembali), *recycle* (mendaur ulang sampah menjadi barang baru), *energy recovery* (menangkap energi yang ada pada sampah atau menjadikan sampah sebagai sumber energi alternatif), *disposal* (membuang sampah merupakan alternatif terakhir jika memang segala cara yang sudah disebutkan tadi telah dioptimalkan). Berikut ini merupakan pengolahan sampah terpadu yang dapat dilakukan masyarakat (Amri, 2010).

1. *Integrated Rubbish Managing*

Sistem Pengelolaan Sampah Terpadu merupakan sistem yang mengkombinasikan berbagai cara pengelolaan sampah seperti daur ulang, *recycling center*, pengomposan, perubahan image pemulung, pembuatan kerajinan sampah, sampai dengan pengadaan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (Sejati, 2009).

2. *Sistem Node, Sub Point, dan Centre Point*

Sistem ini merupakan inovasi dari sistem pengolahan sampah secara terpadu dan profesional caranya dengan melakukan pembagian area berdasarkan *centre*, *sub point*, dan *node*. Pengolahan yang dimaksud di sini adalah mengubah sampah-sampah organik yang telah dikumpulkan menjadi bahan daur ulang yang siap dipakai (Sejati, 2009).

3. *Pengelolaan Sampah dengan Sistem Mandiri dan Produktif*

Pengelolaan sampah yang melibatkan peran serta masyarakat untuk bersama-sama mengelola sampah. Sistem ini menekankan kemandirian masyarakat dalam mengelola sampah yang mereka hasilkan, dan tidak harus selamanya bergantung dari Pemerintah. Terkait dengan pemberdayaan masyarakat maka diperlukan beberapa hal penting diantaranya menumbuhkan inisiatif lokal, menguatkan partisipasi masyarakat, membangun kerjasama dengan *stakeholders*. Selain itu sistem ini menekankan pada pentingnya memilah dari rumah tangga, yaitu dengan tiga

kantong tempat sampah. Setiap rumah tangga memisahkan sampah sesuai jenisnya, seperti sampah plastik, kertas, dan kaleng. Sampah bungkus atau *sachet* dimanfaatkan menjadi produk daur ulang seperti tas, dompet, tempat koran. Sampah anorganik lainnya yang dapat dijual. Sampah organik yang dihasilkan selanjutnya dimasukkan ke dalam tong atau gentong untuk dijadikan kompos.

4. Pengelolaan Sampah dengan Bank Sampah

Bank Sampah adalah suatu tempat dimana terjadi kegiatan pelayanan terhadap penabung sampah yang dilakukan oleh *teller* bank sampah. Ruang bank sampah dibagi dalam tiga ruang atau loker tempat menyimpan sampah yang ditabung, sebelum diambil oleh pengepul atau pihak ketiga (Suwerda, 2012). Pada prinsipnya pelayanan di bank sampah sama seperti di bank pada umumnya, bedanya adalah yang ditabung ini adalah sampah. Jadi dari rumah tangga sudah dipilah sesuai jenisnya lalu dibawa ke bank sampah untuk ditabung. Bank sampah juga melakukan pengelolaan sampah dengan memberdayakan masyarakat. Masyarakat diajarkan mendaur ulang sampah, membuat kompos sampai sampah tersebut menjadi produk yang memiliki nilai ekonomi.

2.4 Analisis Aliran Material (*Material Flow Analysis*)

Material Flow Analysis adalah analisis aliran material yang merupakan penilaian sistematis terhadap proses aliran dan persediaan bahan (material) dalam sistem yang didefinisikan dalam ruang dan waktu. Berhubungan dengan sumber, jalur, dan hingga akhir dari suatu material. MFA memberikan serangkaian informasi lengkap dan konsisten tentang semua arus dan persediaan bahan tertentu dalam suatu sistem. Dengan menyeimbangkan *input* dan *output*, arus limbah dan beban lingkungan menjadi terlihat, dan penggunaan sumber dapat diidentifikasi. Penipisan atau akumulasi stok material diidentifikasi sejak dini untuk mengambil tindakan pencegahan atau untuk mempromosikan lebih lanjut penumpukan dan pemanfaatan sampah berikutnya (Brunner and Rechberger, 2016).

2.4.1 Metodologi MFA

Material Flow Analysis (MFA) adalah studi tentang aliran fisik sumber daya alam dan material yang masuk dan keluar pada suatu sistem. Hal ini didasarkan pada metode satuan fisik material dan menggunakan prinsip keseimbangan massa untuk menganalisis hubungan antara aliran material (termasuk energi), aktivitas manusia (termasuk perkembangan ekonomi dan perdagangan) serta perubahan lingkungan. Aliran material dapat dianalisis pada berbagai skala yang berbeda tergantung pada masalah yang menjadi perhatian dan pada objek studi yang menarik. MFA dapat diterapkan pada ekonomi global atau nasional, industri, perusahaan dan lain-lain. Oleh karena itu, istilah MFA menunjukkan sekelompok alat yang mencakup berbagai analisis pendekatan dan alat ukur. Alat-alat ini memiliki cakupan yang luas mulai dari ekonomi hingga analisis substansi atau material tertentu, dan analisis *input-output* (OECD, 2008).

Material Flow Analysis adalah kuantifikasi (air, makanan, limbah, dll.) dan zat (karbon, fosfor, dll.) aliran massa dan proses, dalam suatu sistem (kota, negara, dll.) selama periode tertentu. Prinsip dari MFA didasarkan pada hukum kekekalan materi; jika aliran merupakan aliran limbah maka aliran dinyatakan dalam satuan ton/tahun atau dalam ton/kapita/tahun (Aydın, 2019).

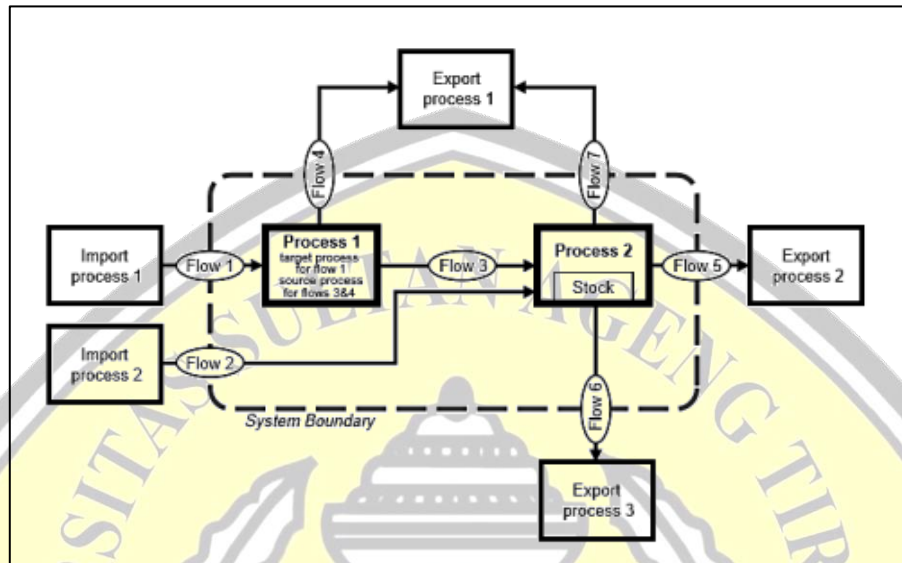
Model aliran material digambarkan seperti material dari alam ke antroposfer sebagai input, sebagaimana material tersebut dibentuk menjadi material baru dan sisa material, begitupun sebagaimana limbah dan emisi mengalir kembali ke alam. Tujuan MFA adalah bagaimana material tertentu mengalir berpengaruh pada aliran limbah seperti dalam MFA dinamis, dimana perilaku konsumtif memengaruhi stok sumber daya dari waktu ke waktu. MFA dimodelkan untuk sebagai bagian kecil, baik pada skala nasional dan di tingkat global, tetapi yang utama yaitu untuk material yang spesifik atau beberapa material tertentu saja. Tergantung pada ruang lingkup penelitian, MFA digunakan untuk penilaian proses industri, evaluasi kebijakan atau penilaian lingkungan skala besar (Kullmann *et al.*, 2021).

Langkah utama penyusunan MFA sebagai berikut (Montangero, 2015) :

1. Analisis sistem (penentuan material atau zat, proses, zat indikator, dan batas sistem).

Pada langkah ini, barang, proses, zat indikator dan batas sistem (spasial dan temporal) dipilih. Sistem harus mengarah untuk menganalisis isu-isu tertentu,

2. Menentukan jumlah massa material dan indikator zat.
3. Representasi skematis dan interpretasi hasil.



Gambar 1. Elemen Model MFA

Sumber : (Brunner and Rechberger, 2016)

Terdapat tiga komponen pada MFA diantaranya zat, benda atau material, dan proses. Zat yaitu unsur kimia seperti nitrogen dan fosfor atau senyawa kimia seperti CO₂ dan NH₃. Benda atau material merupakan zat atau campuran zat dengan fungsi dihargai oleh manusia seperti makanan, limbah padat dan air limbah. Proses yaitu transformasi, transportasi, atau penyimpanan barang dan bahan-bahan seperti rumah tangga, instalasi pengolahan air limbah, dan pertanian (Montangero, 2015).

Metodologi MFA dapat diterapkan ke sistem pengelolaan sampah dengan target sebagai berikut, (Brunner and Rechberger, 2016) :

- a. Mengilustrasi aliran material dan proses, termaksud rincian jumlah stok aliran yang berbeda-beda.
- b. Mempertimbangkan perubahan kerangka kerja.
- c. Menghitung dan menganalisis sistem dalam hal material dan atau efisiensi energi.

- d. Mendukung pengelolaan aliran material dengan menganalisis kesempatan untuk mendistribusikan arus limbah untuk berbagai bentuk, mempertimbangkan teknis kondisi kerangka kerja yang ekonomis dan ekologi.
- e. Menganalisis titik kritis, pengembangan langkah-langkah untuk optimasi.
- f. Mendefinisikan hasil skenario untuk perkembangan studi aliran material.

2.4.2 Langkah-langkah Pembuatan Model Material Flow Analysis (MFA)

Komponen untuk membangun model *Material Flow Analysis* (MFA) terdiri dari batasan sistem (*Boundary System*), proses dan aliran.

1. Batasan sistem (*Boundary System*)

Batasan sistem (*Boundary System*) didefinisikan dalam ruang dan waktu (temporal dan batas-batas sistem special). Umumnya diterapkan batas temporal untuk sistem antropogenik seperti perusahaan, kota atau bangsa. Periode 1 Tahun dipilih karena alasan ketersediaan data. Batas sistem spesial biasanya ditetapkan berdasarkan wilayah geografis tempat terjadinya proses. Aliran yang masuk ke dalam sebuah sistem disebut impor (*input*) dan yang mengalir meninggalkan sistem adalah ekspor (*output*) (Brunner and Rechberger, 2016).

2. Proses

Untuk model, proses didefinisikan sebagai transportasi, transformasi, atau menyimpan benda dan bahan. Biasanya, proses didefinisikan sebagai proses kotak hitam (*black box*), yang berarti bahwa proses dalam kotak tidak diperhitungkan. Hanya *input* dan *output* yang diperhatikan. Jika proses internal yang diperhatikan, proses tersebut harus dibagi menjadi dua atau lebih sub-proses. Contoh proses seperti :

- a. Metabolisme kota, manusia atau hewan.
- b. Kegiatan dalam rumah tangga (misalnya: pemisahan sampah), atau pabrik (tungku pembakaran limbah, pabrik kertas, TPA).

- c. Kegiatan dalam media lingkungan (misalnya: atmosfer (udara), hidrosfer, atau tanah).
- d. Pelayanan (misalnya: pengumpulan limbah residu/sisa) (Brunner and Rechberger, 2016).

3. Aliran

Terdapat aliran impor/*input* (aliran internal yang menghubungkan proses ke dalam sistem) dan aliran ekspor/*output* (aliran yang melintasi batas sistem). Aliran didefinisikan sebagai “laju aliran massa”, yaitu perbandingan massa per waktu yang mengalir melalui sebuah konduktor, misalnya pipa air. Unit (satuan) aliran adalah satuan kg/detik atau Ton/Tahun (Brunner and Rechberger, 2016).

2.5 *Circular Economy*

Ekonomi sirkular merupakan sebuah konsep ekonomi yang mengimplementasikan tujuan pembangunan berkelanjutan yang terkait dengan tingkat konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab dan berkelanjutan. Konsep ekonomi ini memberikan sebuah solusi dari permasalahan sampah yang diproduksi oleh masyarakat, dengan tujuan membuat produk baru dari sumber daya sampah yang bermanfaat dan bernilai ekonomi (Kristianto and Nadapdap, 2021). Ekonomi sirkular lahir dengan penekanan pada tujuan untuk menutup aliran energi dan material yang tersirkulasi dalam perekonomian (Cochet, 2020). Ekonomi sirkular yaitu konsep ekonomi yang menekankan pada perputaran penggunaan material, energi, dan nutrisi yang ada untuk kepentingan ekonomi (Korhonen, Honkasalo and Seppälä, 2018). Ekonomi sirkular juga merujuk kepada istilah yang digunakan untuk proses industri dan model bisnis yang tidak menghasilkan limbah, melainkan menggunakan kembali sumber daya secara berulang (Anbumozhi and Kimura, 2018). Ekonomi sirkular mencakup aktivitas *reuse*, *remanufacturing*, dan *refurbishment* untuk mengurangi permintaan energi dan sumber daya (Korhonen, Honkasalo and Seppälä, 2018). Lebih jauh lagi, ekonomi sirkular bertujuan untuk mengurangi *input* dan *output* dari proses produksi atau konsumsi dengan mempertahankan aliran material dan energi selama mungkin (D’Amato and Korhonen, 2021).

Meninjau dari perspektif lingkungan, ekonomi sirkular dapat diterapkan pada isu keberlanjutan sumber daya dari *input* yaitu limbah dan *output* berupa emisi. Ada juga yang mendefinisikan ekonomi sirkular dengan tema kelangkaan sumber daya, dampak terhadap lingkungan dan manfaat ekonomi, atau optimasi sumber daya terkait dengan produksi yang lebih bersih, meningkatkan nilai siklus teknis dan biologis bahan melalui strategi sirkular. Konsep ekonomi sirkular mengusung isu penggunaan kembali, perbaikan, re-manufaktur dan daur ulang produk, bahan, dan komponen (Nomor and Dwiningsih, 2022) .

Sesuai dengan namanya, konsep ekonomi sirkular digambarkan sebagai sebuah lingkaran. Lebih tepatnya siklus hidup suatu barang atau produk harus diperlambat menjadi selama mungkin (*sustain*). Konsep ekonomi sirkular diharapkan dapat memperlambat terjadinya kerusakan atau masalah lingkungan. Oleh karena itu dibutuhkan kesadaran setiap masyarakat untuk memahami dan menerapkan konsep ekonomi sirkular dalam kehidupan sehari-hari (Nomor and Dwiningsih, 2022).

2.6 *Analytic Network Process (ANP)*

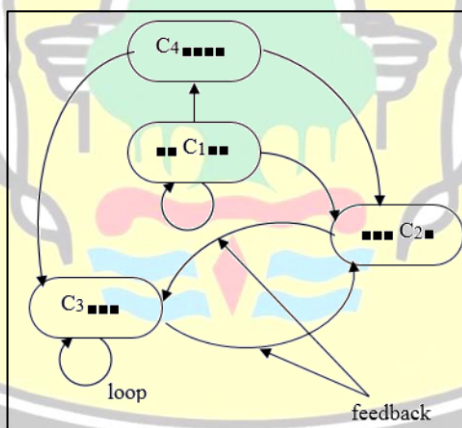
Analytic Network Process (ANP) yang digunakan dalam analisis keputusan multikriteria (*multi-criteria decision analysis*) merupakan bentuk yang lebih umum dari *Analytic Hierarchy Process* (AHP) yang telah populer lebih dahulu. Dalam AHP, masalah keputusan disusun ke dalam sebuah hierarki, meliputi tujuan, kriteria keputusan, dan alternatif, sementara ANP menyusunnya menjadi sebuah jejaring (*network*). Kedua model keputusan tersebut menggunakan sistem perbandingan berpasangan (*system of pairwise comparisons*) untuk mengukur bobot (*weights*) komponen struktur, dan pada gilirannya membuat peringkat alternatif pilihan terbaik yang mesti diambil (Darmawan, 2018).

Analytic Network Process (ANP) merupakan teori matematis yang mampu menganalisis pengaruh dengan pendekatan asumsi-asumsi untuk menyelesaikan bentuk permasalahan. ANP sebagai suatu pendekatan alternatif baru untuk studi kualitatif yang dapat mengkombinasikan nilai-nilai *intangibile* dan *judgement* subyektif dengan data-data statistik dan faktor-faktor *tangible* lainnya (Saaty, 2015). Metode ini digunakan dalam bentuk penyelesaian dengan pertimbangan atas

penyesuaian kompleksitas masalah disertai adanya skala prioritas yang menghasilkan pengaruh prioritas terbesar (Saaty, 2015).

2.6.1 Model *Analytic Network Process* (ANP)

Banyak proses pengambilan keputusan suatu persoalan tidak dapat disusun dalam bentuk hirarki karena melibatkan interaksi dan ketergantungan elemen-elemen yang lebih tinggi tingkatannya kepada level elemen yang lebih rendah. Metode ANP mampu memperbaiki kelemahan AHP berupa kemampuan mengakomodasi keterkaitan antar kriteria atau alternatif. Komponen ANP terdiri dari hirarki kontrol, *cluster*, elemen, hubungan antar elemen dan hubungan antar *cluster*. Keterkaitan pada metode ANP ada 2 jenis yaitu keterkaitan dalam satu set elemen (*inner dependence*) dan keterkaitan antar elemen yang berbeda (*outer dependence*). Dari jaringan *feedback* pada gambar 1 dapat dilihat bahwa elemen yang dibandingkan dapat berada dalam *cluster* yang berbeda, misalnya hubungan langsung yang terlihat dari cluster C4 ke *cluster* lain (C2 dan C3) yang disebut *outer dependence*. Elemen yang dibandingkan dapat juga berada dalam *cluster* yang sama dimana *cluster* dihubungkan dengan dirinya sendiri dan suatu hubungan *loop* dapat terlihat yang disebut *inner dependence*.



Gambar 2. Model Struktur Jaringan

Sumber : (Saaty, 2015)

2.6.2 Skala Numerik ANP

Perbandingan berpasangan pada ANP dilakukan dengan membandingkan tingkat kepentingan setiap elemen terhadap kriteria kontrolnya. Skala yang dipergunakan untuk perbandingan adalah skala verbal yang dinyatakan dalam skala numerik 1-9.

Tabel 2. Skala Numerik ANP

Nilai Numerik	Definisi	Keterangan
1	Sama penting	Dua aktivitas berpengaruh sama terhadap tujuan
3	Sedikit lebih penting	Satu aktivitas dinilai sedikit lebih berpengaruh dibandingkan aktivitas lainnya
5	Lebih penting	Satu aktivitas dinilai lebih berpengaruh dibandingkan aktivitas lainnya
7	Sangat lebih penting	Satu aktivitas dinilai sangat lebih berpengaruh dibandingkan aktivitas lainnya
9	Mutlak lebih penting	Satu aktivitas dinilai mutlak lebih berpengaruh dibandingkan aktivitas lainnya
2,4,6,8	Nilai tengah	Nilai yang berada diantara skala-skala diatas

Sumber : (Rusydia and Devi, 2013)

2.6.3 Tahapan-Tahapan ANP

Yuksel dan Dagdeviren (2007) menjelaskan tahapan-tahapan yang harus dilakukan untuk mengerjakan ANP yaitu mengkonstruksi model, membuat matriks perbandingan, pengecekan rasio inkonsistensi, membentuk *supermatrix*, dan pemilihan alternatif terbaik (Yuksel and Dağdeviren, 2007).

1. Mengkonstruksikan model

Konstruksi model dibuat berdasarkan masalah yang ada, sehingga perlu dilakukan pendeskripsian masalah secara jelas, dan membentuknya ke dalam jaringan.

2. Membuat matriks perbandingan

Perbandingan berpasangan pada ANP dilakukan dengan membandingkan tingkat kepentingan setiap elemen terhadap kriteria kontrolnya. Skala yang dipergunakan untuk perbandingan adalah skala verbal yang dinyatakan dalam skala numerik 1-9.

Jika perbandingan berpasangan telah dilakukan seluruhnya, selanjutnya vektor prioritas w (yang disebut *eigenvector*). *Eigenvector* merupakan bobot prioritas matriks yang selanjutnya digunakan dalam penyusunan supermatriks dihitung dengan rumus:

$$A \cdot w = \lambda_{\max} \times w \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

A = Matriks perbandingan berpasangan

λ_{\max} = *Eigenvalue* terbesar dari A

W = *Eigenvector*

3. Pengecekan rasio inkonsistensi

Rasio konsistensi adalah rasio yang menyatakan apakah penilaian yang diberikan oleh para *expert* konsisten atau tidak. Rasio inkonsistensi kurang dari 0,1 memiliki hasil yang *reliable* dan konsisten. Indeks konsistensi (CI) suatu matriks perbandingan dihitung dengan rumus:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1}$$

Rasio konsistensi diperoleh dengan membandingkan indeks konsistensi dengan nilai dari bilangan indeks konsistensi acak (RI), sebagai berikut:

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

Dimana:

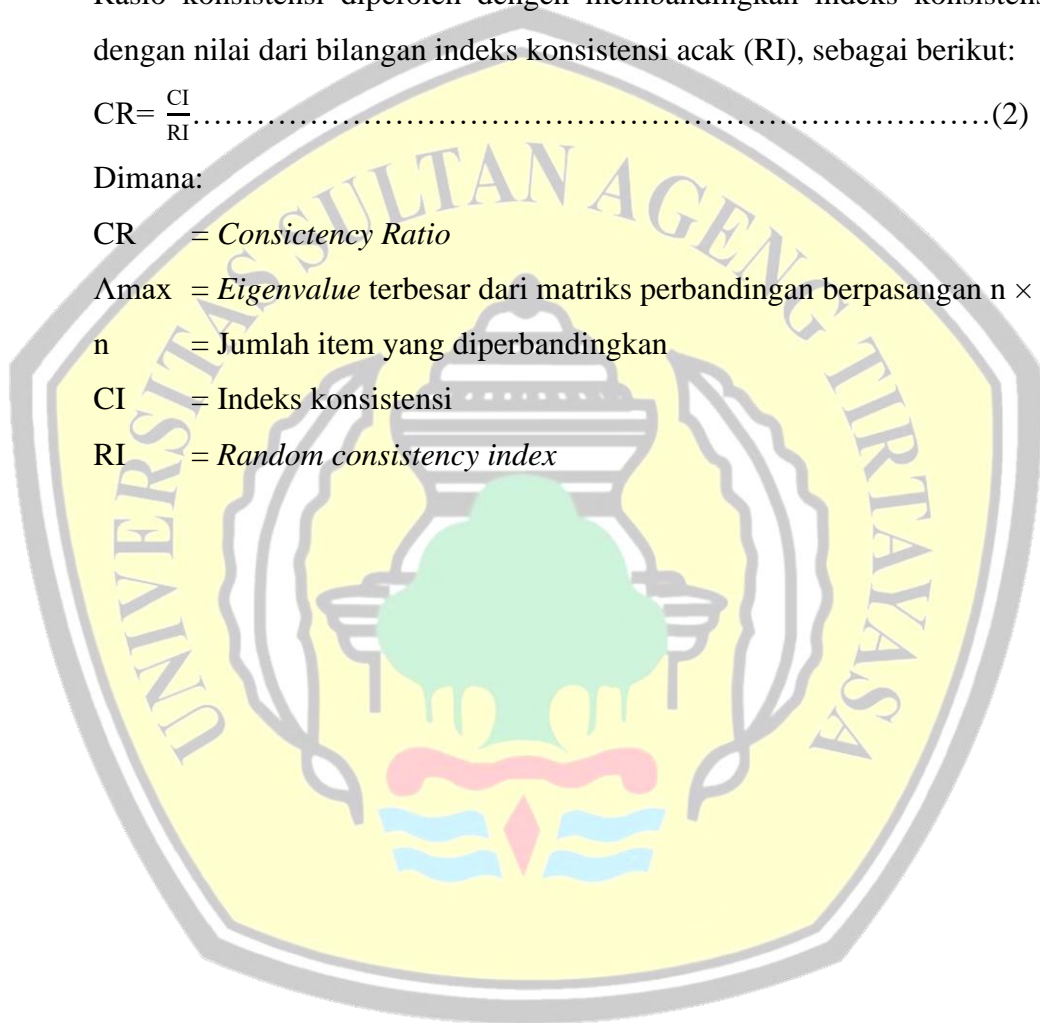
CR = *Consistency Ratio*

λ_{\max} = *Eigenvalue* terbesar dari matriks perbandingan berpasangan $n \times n$

n = Jumlah item yang diperbandingkan

CI = Indeks konsistensi

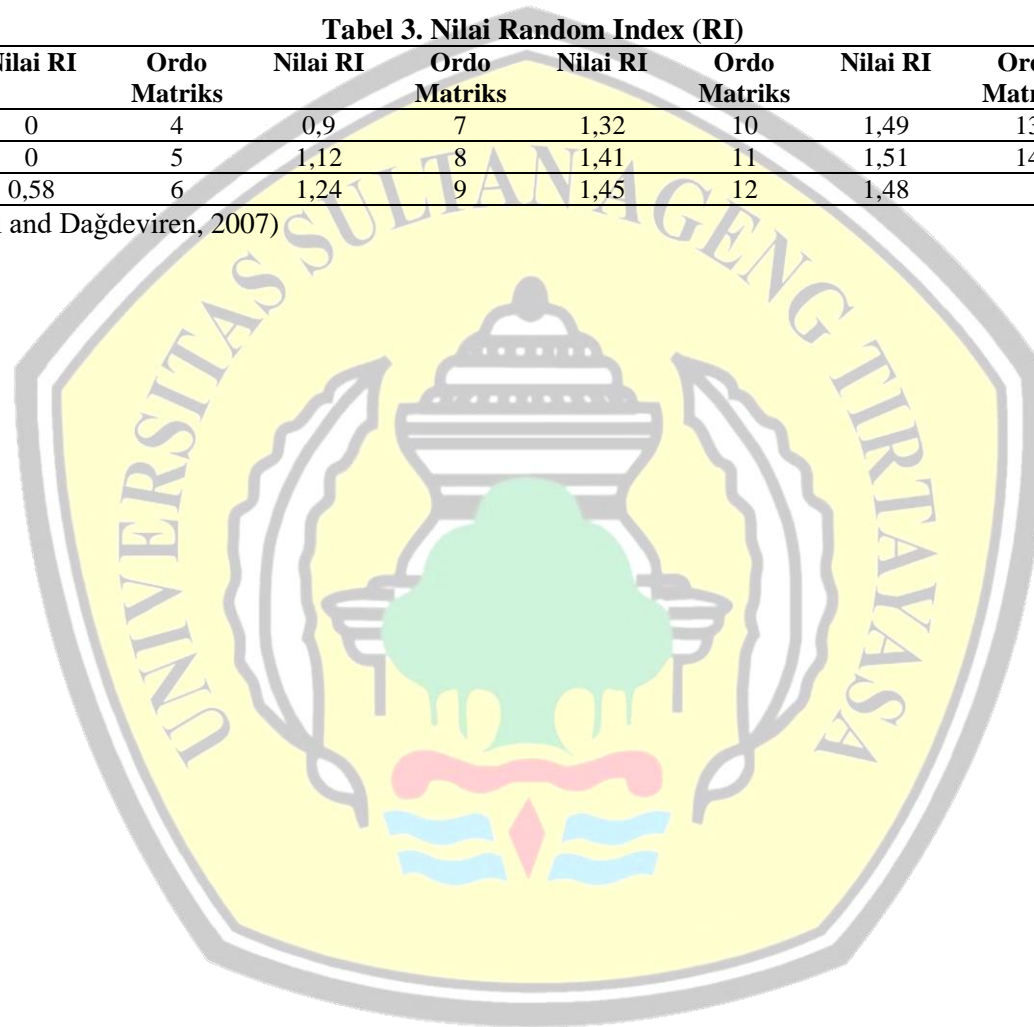
RI = *Random consistency index*



Tabel 3. Nilai Random Index (RI)

Ordo Matriks	Nilai RI	Ordo Matriks	Nilai RI	Ordo Matriks	Nilai RI	Ordo Matriks	Nilai RI	Ordo Matriks	Nilai RI
1	0	4	0,9	7	1,32	10	1,49	13	1,56
2	0	5	1,12	8	1,41	11	1,51	14	1,57
3	0,58	6	1,24	9	1,45	12	1,48		

Sumber : (Yüksel and Dağdeviren, 2007)



4. Membuat *supermatrix*

Supermatriks adalah matriks yang terdiri dari sub-sub matriks yang disusun dari suatu set hubungan antara dua level yang terdapat dalam model. Terdapat tiga tahap supermatriks pada model ANP, yaitu :

1) *Unweighted supermatrix*

Supermatriks ini berisi *eigenvector* yang dihasilkan dari keseluruhan matriks perbandingan berpasangan dalam jaringan. Setiap kolom dalam *unweighted supermatrix* berisi *eigenvector* yang berjumlah satu pada setiap *cluster*-nya.

2) *Weighted supermatrix*

Supermatriks ini diperoleh dengan mengalikan seluruh *eigenvector* dalam *unweighted supermatrix* dengan bobot *clusternya* masing-masing berjumlah satu setiap satu kriteria.

3) *Limit matrix*

Limit matriks adalah supermatriks yang berisi bobot prioritas global dalam *weighted supermatrix* yang telah konvergen dan stabil. Nilai ini diperoleh dengan memangkatkan *weighted supermatrix* dengan $2k+1$, dimana k adalah suatu bilangan yang besar.

5. Pemilihan alternatif terbaik

Setelah memperoleh nilai setiap elemen pada *limit matrix*, langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan terhadap nilai elemenelemen tersebut sesuai dengan model ANP yang dibuat. Alternatif dengan prioritas global tertinggi adalah alternatif yang terbaik.

Uji penghitungan sintesis dalam perhitungan metode ANP adalah meliputi

(Ascarya, 2005) :

1. *Geometric mean*

Suatu penelitian terkadang menggunakan ukuran *geometric mean* atau rata-rata ukur yang dinotasikan dengan GM. Untuk mengetahui hasil penilaian individu dari para responden dan menentukan hasil pendapat pada satu kelompok dilakukan penilaian dengan menghitung GM. Pertanyaan berupa

perbandingan (*Pairwise comparison*) dari responden akan dikombinasikan, sehingga membentuk suatu konsensus.

$$GM = (R_1 \times R_2 \times \dots \times R_n)^{1/n} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana :

G = *Geometric mean*

n = Jumlah responden

R = Nilai kuesioner responden n

2. *Rater of agreement*

Rater agreement adalah ukuran yang menunjukkan tingkat kesesuaian (persetujuan) para responden (R_1 - R_n) terhadap suatu masalah dalam suatu kluster. Adapun alat yang digunakan untuk mengukur rater agreement adalah Kendall's *Coefficient of Concordance* ($W; 0 < W \leq 1$). $W=1$ menunjukkan kesesuaian yang sempurna. Untuk menghitung Kendall's (W), yang pertama adalah dengan memberikan ranking pada setiap jawaban kemudian menjumlahkannya. Adapun cara perhitungan adalah sebagai berikut :

Menghitung total jumlah perankingan tiap masing-masing *cluster* :

$$X_a = R_1 + R_2 + \dots + R_n \dots\dots\dots (5)$$

Menghitung nilai rata-rata dari total ranking tiap cluster :

$$U = \frac{X_a + X_b + \dots + X_z}{z} \dots\dots\dots (6)$$

Menghitung nilai jumlah kuadrat deviasi (S), dihitung dengan formula :

$$S = (R_1 - U)^2 + (R_2 - U)^2 + \dots + (R_n - U)^2 \dots\dots\dots(7)$$

Menghitung nilai maximal kuadrat deviasi ($Max S$), dihitung dengan formula :

$$Max S = (n - U)^2 + (2n - U)^2 + \dots + (Zn - U)^2 \dots\dots\dots(8)$$

Maka didapatkan nilai Kendall's W dalam perhitungan *Rater of Agreement* yaitu dengan formula :

$$W = \frac{S}{Max S} \dots\dots\dots(9)$$

Dimana =

X = Jumlah tiap *cluster*

R = Bobot ranking tiap responden

n = Jumlah responden

z = Banyaknya *cluster*

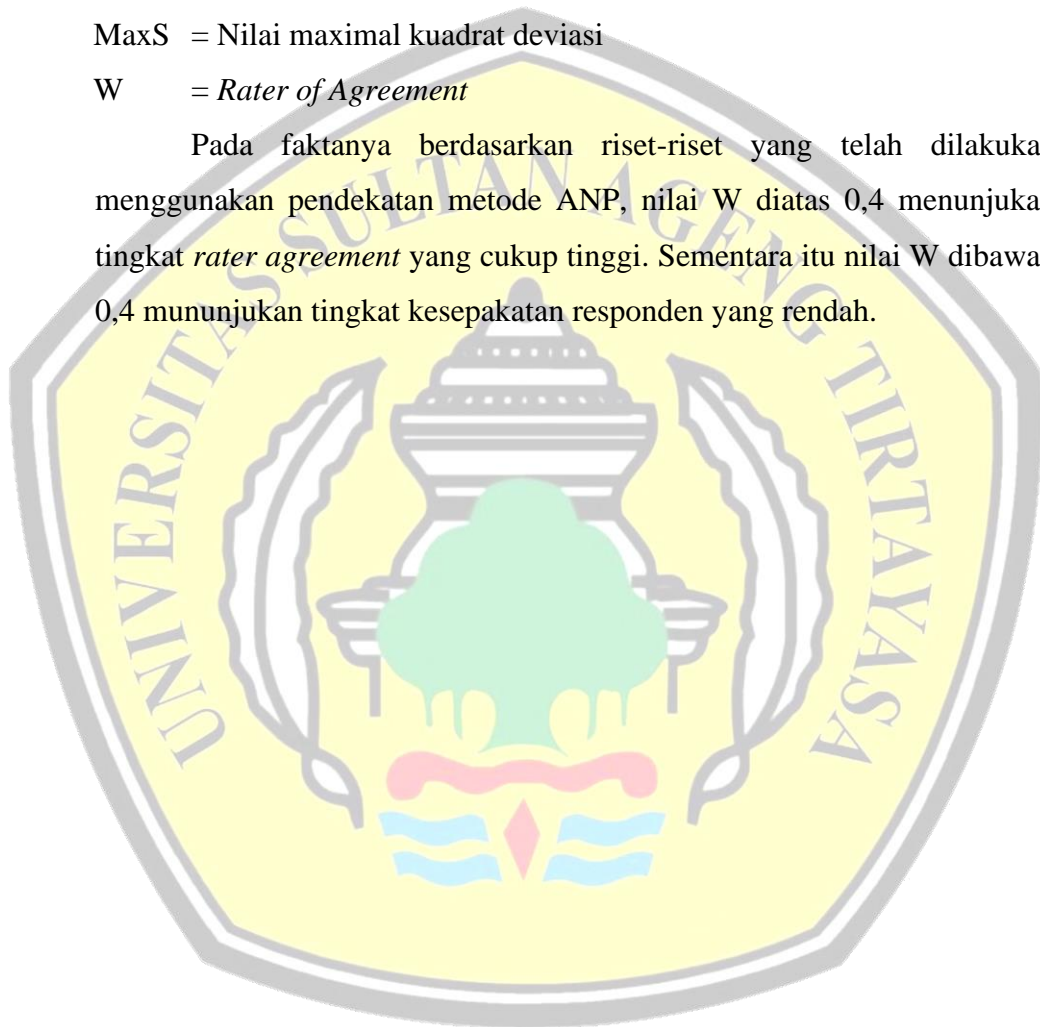
U = Rata-rata nilai total pada tiap *cluster*

S = Nilai jumlah kuadrat deviasi

MaxS = Nilai maximal kuadrat deviasi

W = *Rater of Agreement*

Pada faktanya berdasarkan riset-riset yang telah dilakukan menggunakan pendekatan metode ANP, nilai W diatas 0,4 menunjukan tingkat *rater agreement* yang cukup tinggi. Sementara itu nilai W dibawah 0,4 mununjukan tingkat kesepakatan responden yang rendah.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian Analisis Kebutuhan Kapasitas Infrastruktur Industri Pengolahan Sampah Terpadu (IPST) Asari berbasis *circular economy* menggunakan pendekatan kuantitatif. Pendekatan ini berangkat dari suatu kerangka teori, gagasan para ahli, maupun pemahaman peneliti berdasarkan pengalaman, kemudian dikembangkan menjadi permasalahan-permasalahan yang diajukan untuk memperoleh pembenaran (verifikasi) atau penolakan dalam bentuk dokumen data empiris lapangan. Pendekatan kuantitatif bertujuan untuk menguji teori, membangun fakta, menunjukkan hubungan antar variabel, memberikan deskripsi statistik, menaksir dan meramalkan hasilnya (Tanzeh, 2009).

Pada penelitian ini menggunakan metode *Material Flow Analysis* untuk menentukan aliran dan stok material sampah plastik dalam proses pengolahan di IPST Asari. Setelah itu, analisis MFA dilakukan dengan menentukan jumlah sampah plastik yang belum terpenuhi untuk proses pirolisis.

Langkah selanjutnya yaitu menentukan dari mana sampah plastik diperoleh dengan menentukan alternatif pemasok sampah plastik terbaik untuk menjangkau lebih banyak sampah plastik sebagai pemenuhan kebutuhan produksi. Penentuan alternatif pemasok sampah plastik dilakukan dengan metode *Analytic Network Process*. Setelah ditentukan pemasok sampah plastik terbaik, hitung jumlah sampah plastik yang dapat dipasok dari alternatif terbaik untuk memenuhi kebutuhan kapasitas infrastruktur di IPST Asari.

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Berikut merupakan waktu dan lokasi penelitian.

1. Waktu Penelitian

Waktu yang dibutuhkan untuk peneliti melakukan penelitian yaitu 3 bulan. Proses wawancara dan pengumpulan data dilakukan selama 2 minggu. Adapun pembuatan laporan dilakukan 2 bulan 2 minggu.

2. Tempat Penelitian

Tempat penelitian dilakukan di IPST Asari di Kelurahan Kotabumi, Kecamatan Purwakarta, Kota Cilegon, Banten.

3.3 Cara Pengambilan Data

Cara pengambilan data yang dilakukan pada penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Berikut ini merupakan cara pengambilan data.

1. Wawancara

Wawancara dilakukan dengan pihak IPST Asari. Hasil dari wawancara untuk mengetahui pemasok sampah plastik IPST Asari, proses pengolahan sampah di IPST Asari, kategori sampah, dan seluruh kegiatan yang dilakukn IPST Asari dalam mengolah sampah serta rencana pembangunan kedepannya.

2. Observasi Lapangan

Observasi lapangan dilakukan untuk mengetahui proses pemilahan sampah, proses pencacahan, proses pirolisis, hingga penyimpanan hasil produksi BBM Plas di IPST Asari.

3. Data Historis

Data historis dibutuhkan untuk mengetahui jumlah sampah yang masuk ke IPST Asari dari berbagai sumber pada tahun 2021.

4. Kuesioner

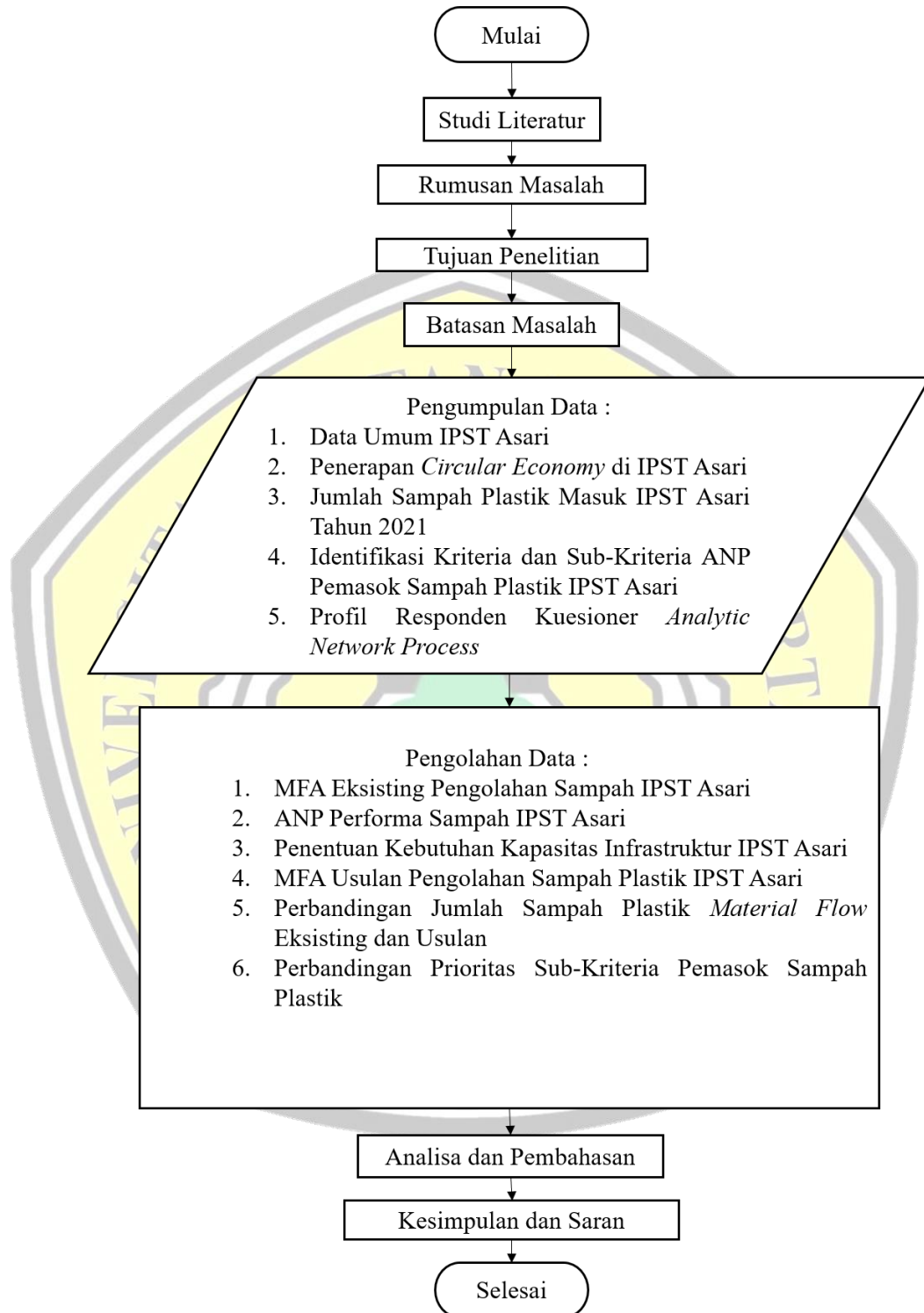
Kuesioner dilakukan kepada pihak IPST Asari. Pada penelitian ini, kuesioner dibutuhkan untuk melakukan analisis performa pemasok untuk menentukan pemasok sampah terbaik IPST Asari menggunakan metode *Analytic Network Process*. Responden dalam kuesioner ini terdiri dari Pak Anam selaku penanggung jawab IPST Asari dari PT Chandra Asri, Pak Murat selaku ketua IPST Asari, dan Pak Syahrul.

3.4 Alur Pemecahan Masalah

Berikut merupakan alur penelitian Analisis Aliran Sampah sebagai Penentu Kebutuhan Kapasitas Infrastruktur Industri Pengolahan Sampah Terpadu (IPST) di Kota Cilegon.

3.4.1 Flowchart Penelitian Umum

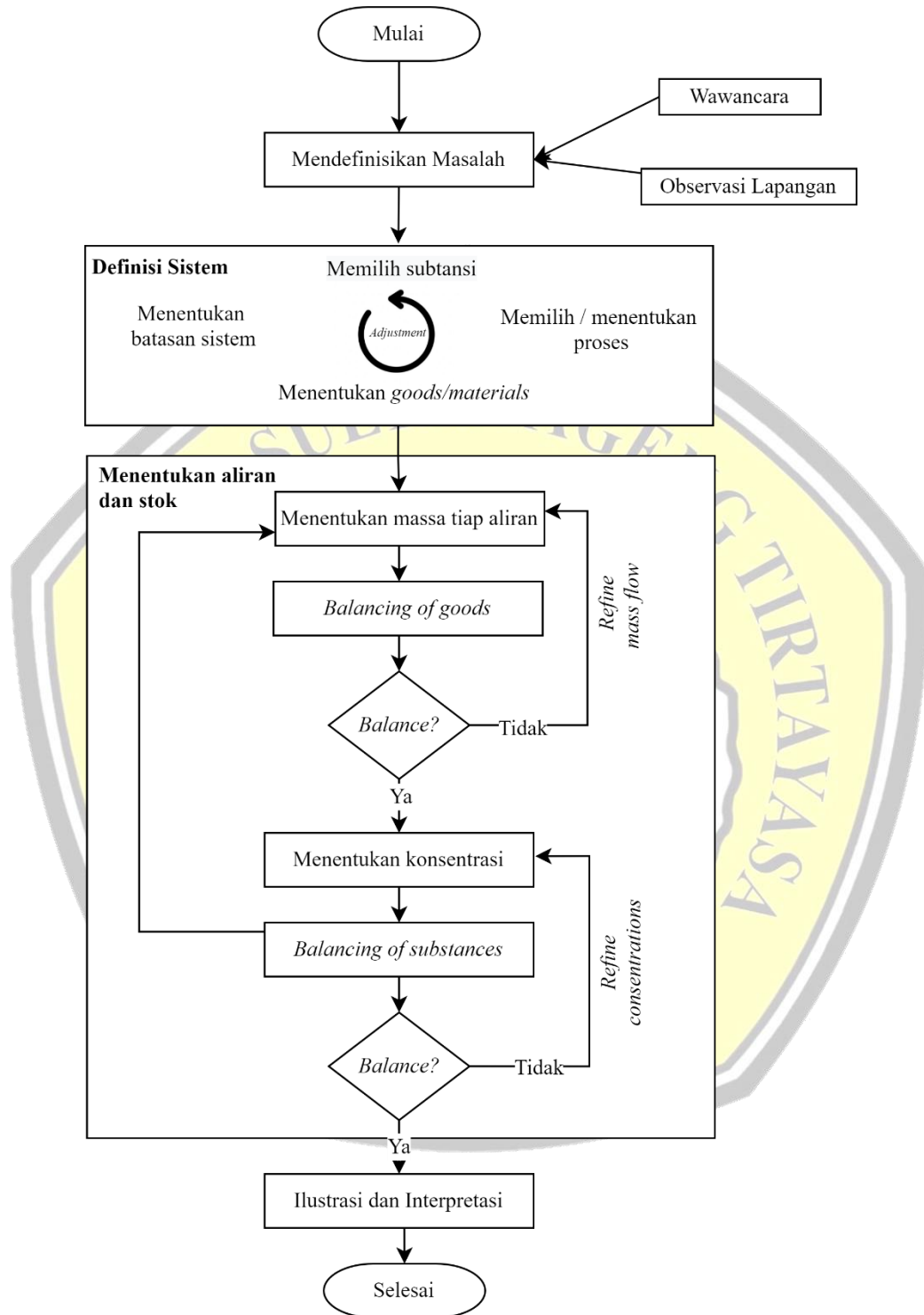
Berikut merupakan *flowchart* penelitian umum.



Gambar 3. *Flowchart* Penelitian Umum

3.4.2 Flowchart Pemecahan Masalah Menggunakan *Material Flow Analysis*

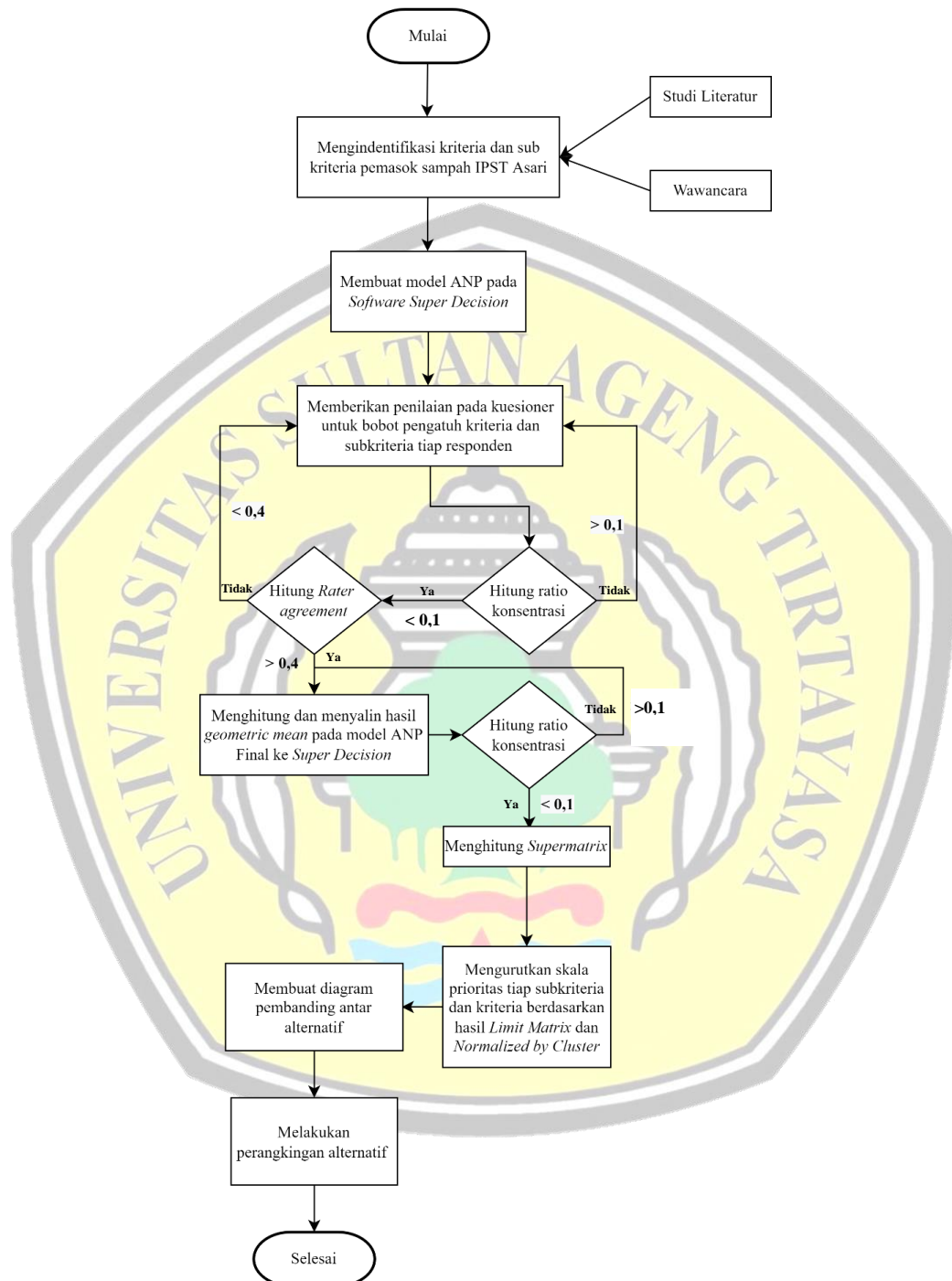
Berikut merupakan *flowchart* MFA IPST Asari.



Gambar 4. *Flowchart Material Flow Analysis*

3.4.3 Flowchart Pemecahan Masalah Menggunakan *Analytic Network Process*

Berikut ini merupakan *flowchart* ANP dalam mengukur performa pemasok sampah IPST Asari.



Gambar 5. *Flowchart Analytic Network Process*

3.5 Deskripsi Pemecahan Masalah

Berikut merupakan deskripsi pemecahan masalah penelitian ini.

3.5.1 Deskripsi Pemecahan Masalah *Flowchart* Penelitian Umum

Berikut merupakan deskripsi pemecahan masalah yang mengacu pada alur penelitian yang dilakukan.

1. Mulai
Mulai merupakan tahap pertama dalam penelitian yang berkaitan dengan analisis kebutuhan kapasitas infrastruktur IPST Asari berbasis *circular economy*.
2. Studi Literatur
Studi literatur dilakukan untuk dasar dalam melakukan penelitian sehingga penelitian dapat dipertanggung jawabkan. Studi literatur dalam penelitian ini meliputi pengertian sampah, macam-macam sampah, metode MFA (*Material Flow Analysis*), dan *economy circular*.
3. Rumusan Masalah
Rumusan masalah meliputi permasalahan apa saja yang melatarbelakangi penelitian. Lalu masalah dirumuskan dalam beberapa poin untuk diselesaikan.
4. Tujuan Masalah
Tujuan penelitian berkaitan dengan rumusan masalah. Dalam poin rumusan masalah memiliki tujuannya masing-masing yang dibahas dalam poin tujuan masalah.
5. Batasan Masalah
Batasan masalah dalam penelitian menitikkan pada batasan penelitian sehingga tidak meluas sehingga penelitian tetap pada jalurnya. Begitupun juga dengan pembahasan yang berfokus pada batasan penelitian.
6. Pengumpulan Data
Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan analisis dokumen dari data historis yang dimiliki IPST Asari dalam menentukan kebutuhan kapasitas infrastruktur IPST Asari yang berbasis *circular economy*, dan lain-lain.

7. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan mengolah data jumlah sampah plastik yang masuk ke IPST Asari dengan membentuk *Material Flow Analysis*. Hasil dari MFA akan diketahui jumlah kebutuhan sampah plastik yang belum terpenuhi untuk selanjutnya menentukan kebutuhan kapasitas infrastruktur IPST Asari dalam memasok sampah, dan lain-lain.

8. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil penelitian merupakan *output* dari pengolahan data yang sudah ada. Kemudian dilakukan pembahasan dengan membandingkan dengan literatur lain yang sesuai.

9. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan merupakan ringkasan dari penelitian yang dilakukan dengan menjawab rumusan masalah yang ada. Adapun saran yaitu masukan bagi peneliti selanjutnya dalam melakukan penelitian.

10. Selesai

Selesai merupakan tahap akhir dalam melakukan penelitian Penentuan Kebutuhan Kapasitas Infrastruktur Industri Pengolahan Sampah Terpadu (IPST) Asari di Kota Cilegon.

3.5.2 Deskripsi Pemecahan Masalah *Flowchart Material Flow Analysis*

Berikut merupakan deskripsi pemecahan masalah yang mengacu pada alur penelitian yang dilakukan.

1. Mulai

Mulai merupakan tahap pertama dalam melakukan analisis *Material Flow* IPST Asari.

2. Mendefinisikan Masalah

Analisis *Material Flow* dimulai dengan mengidentifikasi masalah. Masalah dapat dianalisis dengan wawancara dan observasi langsung di IPST Asari.

3. Mendefinisikan Sistem

Model *Material Flow Analysis* yang dibuat dengan menentukan batasan sistem, memilih atau menentukan proses, memilih substansi, menentukan material/barang.

4. Menentukan Massa Tiap Aliran

Massa tiap aliran dapat ditentukan dengan mengidentifikasi massa tiap aliran melalui observasi langsung, wawancara, maupun menggunakan data historis. Massa yang telah diperoleh lalu di-*input* kedalam diagram *Material Flow*.

5. *Balancing of goods*

Dalam melakukan *Material Flow Analysis* perlu menyeimbangkan massa material yang masuk dan keluar. Karena prinsip *Material Flow Analysis* yaitu *input* sama dengan *output*. Jika belum seimbang maka Kembali ke langkah penentuan massa tiap aliran.

6. Menentukan Konsentrasi

Penentuan konsentrasi dilakukan dengan persentase. Persentase tiap material terhadap jumlah seluruh aliran.

7. *Balancing of concentrations*

Balancing of concentrations menggunakan prinsip *input* sama dengan *output*. Jika tidak terjadi keseimbangan, maka perlu Kembali ke tahap sebelumnya untuk melengkapi konsentrasi yang tidak sesuai.

8. Ilustrasi dan Interpretasi

Material Flow Analysis sudah dapat terlihat dengan jelas antara material, massa, konsentrasi, dan aliran yang terjadi. Hasil dari *Material Flow Analysis* dapat digunakan dalam berbagai analisis.

9. Selesai

Selesai merupakan tahap akhir dalam melakukan *Material Flow Analysis*

3.5.3 Deskripsi Pemecahan Masalah *Flowchart Analytic Network Process*

Berikut merupakan deskripsi pemecahan masalah yang mengacu pada alur penelitian yang dilakukan.

1. Mulai

Mulai merupakan tahapan awal dalam melakukan *analytic network process*. Tahapan mulai dapat dilakukan dengan mengidentifikasi responden yang akan mengisi kuesioner, menyiapkan *software super decision*, dan studi literatur mengenai metode ANP,

2. Identifikasi Kriteria dan Sub Kriteria Pemasok Sampah IPST Asari
Identifikasi kriteria dan sub kriteria terlebih dahulu dilakukan dengan studi literatur. Setelah mendapatkan poin kriteria yang berkaitan dengan *case*, maka dilakukan wawancara terhadap pihak IPST Asari untuk melakukan verifikasi kriteria dan identifikasi sub-kriteria serta *supplier*. Selanjutnya, dilakukan validasi identifikasi kriteria, sub-kriteria, dan *supplier* untuk menyamakan kriteria, sub-kriteria, dan *supplier*. Hasil dari kriteria, sub-kriteria, dan *supplier* sudah dapat digunakan untuk membuat model dan melakukan perbandingan berpasangan.
3. Buat model ANP pada *Software Super Decision*
Model ANP dibuat dengan menggunakan *software super decision 2.10*. Pembuatan model didasarkan pada hasil identifikasi kriteria, sub-kriteria, dan wawancara yang dilakukan sebelumnya.
4. Memberikan Penilaian Pada Kuesioner Untuk Bobot Pengaruh Kriteria dan Sub-Kriteria Tiap Responden
Penilaian perbandingan berpasangan yang telah diisi oleh masing-masing responden melalui kuesioner akan di-*input* ke *Super Decision* satu persatu. Jika terdapat 3 responden, maka dilakukan 3 kali penilaian dengan *file Super Decision* yang berbeda dengan model sama yang telah dibuat.
5. Hitung Rasio Konsistensi
Dalam melakukan perbandingan berpasangan perlu diperhatikan konsistensi responden dalam mengisi kuesioner. *Super Decision* dapat menampilkan angka *inconsistency* dari tiap perbandingan berpasangan yang dilakukan. Jika angka *inconsistency* menunjukkan $< 0,1$, maka perbandingan berpasangan dikatakan konsisten dan sebaliknya. Jika angka *inconsistency* $> 0,1$, maka perlu dilakukan perbaikan pada kuesioner dengan wawancara kembali hingga memperoleh angka *inconsistency* $< 0,1$.

6. **Hitung Rater Agreement**
Rater agreement menunjukkan tingkat persetujuan responden terhadap masalah dalam suatu *cluster*.
7. **Hitung dan Salin Hasil Geometric Mean Pada Model ANP Final ke Software Super Decision**
Geometric mean dilakukan untuk mendapatkan nilai perbandingan berpasangan akhir dari ketiga responden. *Geometric mean* dilakukan manual dengan Excel. Hasil dari *geometric mean* kemudian di-input kedalam *Super Decision*.
8. **Hitung Rasio Konsistensi Final**
Perhitungan rasio konsistensi dilakukan seperti pada tahap sebelumnya untuk mengukur konsistensi responden dalam menjawab kuesioner. Rasio konsistensi dapat diperoleh dengan melihat angka *inconsistency* pada setiap perbandingan berpasangan.
9. **Hitung Supermatrix**
Perhitungan *supermatrix* terdiri dari *unweight matrix*, *weight matrix*, dan *limiting matrix*.
10. **Urutkan Skala Prioritas Tiap Sub-Kriteria dan Kriteria Berdasarkan Hasil Limit Matrix dan Normalized by Cluster**
Supermatrix yang telah dilakukan dapat menghasilkan *limit matrix* dan *normalized by cluster*. Selanjutnya dilakukan urutan skala prioritas tiap sub-kriteria dan kriteria.
11. **Buat Diagram Pembanding Antar Alternatif**
Pembuatan diagram pembanding dilakukan dengan menggunakan hasil *limit matrix* dan *normalized by cluster*. Pembuatan diagram dapat dilakukan melalui Excel. Perbandingan antar alternatif dapat terlihat dalam diagram.
12. **Perangkingan Alternatif**
Perangkingan alternatif dilakukan dari yang terkecil sampai yang terbesar. Perangkingan dilakukan untuk melihat alternatif yang terbaik.
13. **Selesai**

Penentuan pemasok sampah plastik terbaik telah dianalisis menggunakan metode ANP untuk selanjutnya dilakukan analisis kebutuhan kapasitas infrastruktur IPST Asari.

3.6 Analisis Data

Dalam melakukan analisis kebutuhan infrastruktur, perlu diketahui aliran sampah plastik di IPST Asari menggunakan metode MFA (*Material Flow Analysis*). Analisis Aliran Material (MFA) adalah penilaian sistematis aliran dan stok material dalam suatu sistem yang didefinisikan dalam ruang dan waktu. Ini menghubungkan jalur, dan tenggelam antara dan akhir dari suatu material (Brunner and Rechberger, 2016). Sampah plastik yang dikumpulkan dari warga akan dipilah berdasarkan jenisnya di IPST Asari. *Material Flow Analysis* (MFA) menggambarkan jumlah serta persentase tiap jenis sampah plastik yang diolah di IPST Asari sehingga diketahui secara rinci alur dan jumlahnya.

Setelah dilakukan analisis terkait kebutuhan sampah plastik di IPST Asari, selanjutnya dilakukan analisis terkait strategi yang diperlukan untuk dapat *supply* sampah plastik. Strategi yang dilakukan untuk memperluas jangkauan pemasok sampah plastik IPST Asari dengan menentukan alternatif pemasok sampah terbaik. Perluasan jangkauan diharapkan dapat memasok lebih banyak sampah plastik untuk kebutuhan produksi serta menurunkan timbulan sampah plastik yang ada di Cilegon. Dalam melakukan penentuan alternatif pemasok sampah plastik terbaik untuk perluasan jangkauan penanganan sampah plastik, maka digunakan metode *Analytic Network Process* (ANP). *Analytic Network Process* (ANP) yang digunakan dalam analisis keputusan multikriteria bentuk yang lebih umum dari *Analytic Hierarchy Process* (AHP) yang telah populer lebih dahulu. Dalam AHP, masalah keputusan disusun ke dalam sebuah hierarki, meliputi tujuan, kriteria keputusan, dan alternatif, sementara ANP menyusunnya menjadi sebuah jejari (*network*). Kedua model keputusan tersebut menggunakan sistem perbandingan berpasangan (*system of pairwise comparisons*) untuk mengukur bobot (*weights*) komponen struktur, dan pada gilirannya membuat peringkat alternatif pilihan terbaik yang mesti diambil .

Kriteria dan sub kriteria pemasok sampah plastik akan diidentifikasi melalui wawancara dengan *key person* di IPST Asari. Penentuan matriks perbandingan antara goal, kriteria dan sub kriteria, serta alternatif dilakukan dengan kuesioner yang ditujukan kepada *key person* IPST Asari. Selanjutnya akan dilakukan pengolahan dengan metode ANP untuk memperoleh pemasok sampah plastik terbaik. Berdasarkan hasil perangkingan bobot tersebut maka ditentukan jumlah sampah yang dapat dipasok dari alternatif pemasok dalam memenuhi kebutuhan kapasitas infrastruktur di IPST Asari.



BAB IV

HASIL PENELITIAN

4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dari hasil wawancara, kuesioner, maupun data historis yang dilakukan sebelumnya. Berikut ini merupakan pengumpulan data pada penelitian ini.

4.1.1 Data Umum IPST Asari

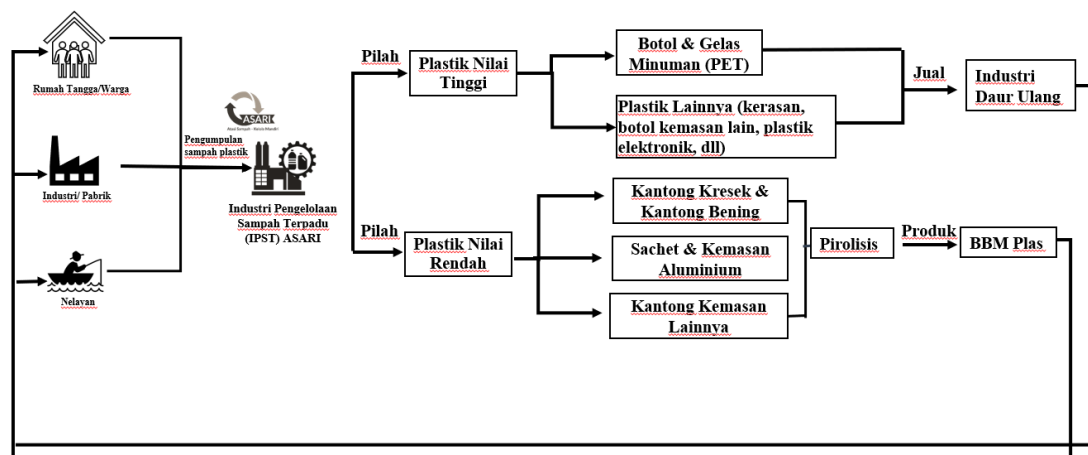
IPST Asari merupakan Industri Pengolahan Sampah Terpadu yang didirikan oleh PT Chandra Asri Petrochemical pada Tahun 2019. IPST Asari bertempat di Kelurahan Kotabumi, Kecamatan Purwakarta, Kota Cilegon, Banten. IPST Asari dikelola oleh penanggung jawab dari PT Chandra Asri yaitu Muhammad Khoirul Anam. Sedangkan dalam struktur organisasi di IPST Asari terdiri dari ketua, sekretaris, 5 pekerja di divisi sampah, 1 pekerja di divisi mesin, dan 1 pekerja di divisi proses.

Saat ini IPST Asari mengelola sampah plastik yang berasal dari warga, industri, maupun nelayan. Pengelolaan sampah yang dilakukan di IPST Asari yaitu menggunakan proses pirolisis. Sampah yang diolah melalui proses pirolisis hanya berupa sampah *low value* seperti kantong kresek, *sachet* dan kemasan aluminium foil, serta kantong kemasan lainnya. Sedangkan untuk plastik *high value* yang masih memiliki harga jual akan dijual ke industri daur ulang. Plastik *high value* berupa botol minuman kemasan dan plastik lain (kerasan, dan lain-lain). IPST Asari melalui proses pirolisis melakukan produksi BBM Plas (Bensin, Solar, Minyak Tanah) dua kali seminggu. Sampah plastik *low value* yang dibutuhkan dalam sekali produksi BBM Plas yaitu 100 kg.

4.1.2 Penerapan *Circular Economy* di IPST Asari

Circular economy menggambarkan suatu siklus dalam pengolahan atau pemanfaatan suatu material untuk dapat bernilai ekonomis dalam setiap siklusnya. Dalam kasus ini, IPST Asari menerapkan konsep *circular economy* dalam

pengolahan sampah plastik menggunakan metode pirolisis. Berikut merupakan penerapan *circular economy* yang tergambar dalam rantai pasok pengelolaan sampah plastik di IPST Asari.



Gambar 6. Penerapan Circular Economy IPST Asari

Sumber : IPST Asari

Circular economy yang diterapkan IPST Asari yaitu dimulai dari sampah yang masuk ke IPST Asari dari berbagai sumber. Kemudian sampah dipilah berdasarkan jenisnya. Sampah *high value* akan dikirim ke industri daur ulang, sampah *low value* akan dikelola menjadi BBM Plas melalui proses pirolisis, dan residu akan diproses menjadi produk RDF melalui proses homogenisasi. Namun, proses pembuatan RDF saat ini masih dalam tahap penelitian oleh *Engineer* PT Chandra Asri.

Sampah yang keluar dari tiap proses akan menjadi produk baru, dapat dimanfaatkan oleh konsumen yang mana konsumen tersebut merupakan *supplier* sampah plastik. Selain itu, industri yang mengelola sampah dapat mengubah sampah yang tidak bernilai menjadi bernilai ekonomis. Dengan demikian, alur siklik tersebut dapat membentuk *circular economy*.

4.1.3 Jumlah Sampah Plastik Masuk IPST Asari Tahun 2021

IPST Asari menerima sampah plastik dari warga, industri, dan nelayan sebagai pemasok sampah plastik tetap sejak berdirinya IPST Asari hingga saat ini. Berikut ini merupakan rekapitulasi jumlah sampah yang diperoleh dari data historis IPST Asari. Data sampah yang tertera merupakan data sampah plastik yang masuk ke IPST Asari pada Tahun 2021.

a. Sampah Plastik dari PT Chandra Asri Petrochemical

Tabel 4. Rekapitulasi Sampah Plastik dari PT Chandra Asri Petrochemical Tahun 2021

No	Tanggal Masuk	Asal	Jenis Sampah	Jumlah (kg)
1	13/01/2021	CAP	Plastik Film	483
2	03/02/2021	CAP	Plastik Film	578
3	26/02/2021	CAP	Plastik Film	623
4	16/03/2021	CAP	Plastik Film	558
5	30/03/2021	CAP	Plastik Film	431
6	21/04/2021	CAP	Plastik Film	576
7	06/05/2021	CAP	Plastik Limbah	80
8	30/05/2021	CAP	Plastik Film	485
9	01/07/2021	CAP	Plastik Gulung	660
10	07/12/2021	CAP	Plastik Film	1000
TOTAL				5474

Keterangan :

Plastik Film = Plastik Wrap = Kantong bening

Plastik Limbah = Kresek

Plastik Gulung = Kresek

Berdasarkan hasil rekapitulasi sampah plastik dari PT Chandra Asri Petrochemical diperoleh sejumlah 5474 kg dalam setahun. Sampah plastik yang datang tidak rutin setiap bulannya, menyesuaikan dengan stok sampah plastik hasil uji lab dan limbah yang terdapat di perusahaan.

b. Sampah Plastik dari Warga Serdag

Rekapitulasi sampah dari Warga Serdag yang masuk ke IPST Asari dapat dilihat pada Tabel 5 halaman 44. Berdasarkan Tabel 5, sampah plastik kresek dan kantong bening memiliki kuantitas tertinggi yaitu 851 kg pada Tahun 2021. Adapun sampah plastik dengan kuantitas terendah yaitu sampah plastik lainnya dengan kuantitas 141 kg pada Tahun 2021.

Tabel 5. Rekapitulasi Sampah Plastik dari Warga Serdag Tahun 2021

Bulan	Botol & Gelas Minuman (kg)	Kantong kresek & Kantong bening (kg)	Sachet & Kemasan Aluminium (kg)	Kantong Kemasan Lain (kg)	Plastik Lain (Kerasan,dll) (kg)
Januari	16,0	58,8	9,8	9,2	14,0
Februari	10,9	43,3	8,6	4,3	7,7
Maret	18,2	63,2	14,7	6,2	5,7
April	17,9	103,1	11,6	10,5	13,7
Mei	22,8	69,2	6,8	8,0	22,0
Juni	18,4	57,7	6,0	6,9	8,3
Juli	7,6	21,6	2,5	1,5	2,3
Agustus	17,7	71,9	9,3	6,5	5,7
September	19,5	37,5	4,5	3,6	5,6
Oktober	61,7	159,5	51,1	50,9	54,3
November	62,9	97,0	37,2	18,7	37,2
Desember	21,8	68,2	15,77	14,67	21,75
TOTAL	295,4	851	177,9	141	198,3
Rata-Rata/Bulan	24,6	70,9	14,8	11,7	16,5

Tabel 6. Rekapitulasi Sampah Plastik dari Lainnya Tahun 2021

No	Tanggal	Asal	Berat Sampah Plastik (kg)					Jumlah
			Botol & Gelas Minuman	Kantong kresek & Kantong bening	Sachet & Kemasan Aluminium	Kantong Kemasan Lain	Plastik Lain (Kerasan,dll)	
1	03/11/2021	Anyer	11,2	3,7	0,4	0,7	4,5	20,5

Tabel 7. Rekapitulasi Keseluruhan Sampah Plastik Masuk IPST Asari Tahun 2021 Berdasarkan Sumber dan Jenis

Bulan	Industri Daur Ulang						Diolah BBM Plas								
	Botol & Gelas Minuman (kg)			Plastik lain (kerasan,dll) (kg)			Kantong Kresek & Kantong Bening (kg)			Sachet & Kemasan Aluminium (kg)			Kantong Kemasan Lain (kg)		
	CAP	WARGA	LAIN-LAIN	CAP	WARGA	LAIN-LAIN	CAP	WARGA	LAIN-LAIN	CAP	WARGA	LAIN-LAIN	CAP	WARGA	LAIN-LAIN
Januari	0	16	0	0	14	0	483	58,8	0	0	9,8	0	0	9,2	0
Februari	0	10,9	0	0	7,7	0	1201	43,3	0	0	8,6	0	0	4,3	0
Maret	0	18,2	0	0	5,7	0	989	63,2	0	0	14,7	0	0	6,2	0
April	0	17,9	0	0	13,7	0	576	103,1	0	0	11,6	0	0	10,5	0
Mei	0	22,8	0	0	22	0	565	69,2	0	0	6,8	0	0	8	0
Juni	0	18,4	0	0	8,3	0	0	57,7	0	0	6	0	0	6,9	0
Juli	0	7,6	0	0	2,3	0	660	21,6	0	0	2,5	0	0	1,5	0
Agustus	0	17,7	0	0	5,7	0	0	71,9	0	0	9,3	0	0	6,5	0
September	0	19,5	0	0	5,6	0	0	37,5	0	0	4,5	0	0	3,6	0
Oktober	0	61,7	0	0	54,3	0	0	159,5	0	0	51,1	0	0	50,9	0
November	0	62,9	11,2	0	37,2	4,5	0	97	3,7	0	37,2	0,4	0	18,7	0,7
Desember	0	21,8	0	0	21,8	0	1000	68,2	0	0	15,8	0	0	14,7	0
TOTAL	0	295,4	11,2	0	198,3	4,5	5474	851	3,7	0	177,9	0,4	0	141	0,7
Rata-Rata/Bulan	0	24,6	1	0	16,5	0,4	372,8	70,9	0,3	0	14,8	0	0	11,7	0,1

c. Sampah Plastik Lainnya

Rekapitulasi sampah lainnya yang masuk ke IPST Asari dapat dilihat pada Tabel 6. Sampah plastik lainnya diperoleh dari Anyer yaitu yang berasal dari kalangan nelayan. Berikut ini rekapitulasi perolehan sampah plastik lainnya.

Berdasarkan hasil rekapitulasi data sampah plastik yang berasal dari selain warga serdag dan PT Chandra Asri Petrochemical, dapat diketahui bahwa pada Tahun 2021 hanya dilakukan sekali pengiriman sampah dari warga Anyer yaitu dari nelayan. Adapun jenis sampah yang memiliki jumlah terbesar yaitu botol & gelas minuman.

d. Rekapitulasi Keseluruhan Sampah Plastik Masuk Berdasarkan Sumber dan Jenis IPST Asari Tahun 2021

Rekapitulasi sampah lainnya yang masuk ke IPST Asari dapat dilihat pada Tabel 7. Data dari 3 sumber yang dikategorikan IPST Asari dalam menerima pasokan sampah plastik kemudian direkapitulasi untuk mengetahui jumlah tiap 5 kategori sampah.

Berdasarkan hasil rekapitulasi keseluruhan sampah plastik masuk IPST Asari pada Tahun 2021 dapat dilihat pada Tabel 6, bahwa sampah plastik dari PT Chandra Asri Petrochemical memiliki jumlah terbanyak untuk diolah menjadi BBM Plas. Namun pengiriman yang dilakukan PT Chandra Asri Petrochemical tidak rutin tiap bulan, berbeda dengan sampah warga yang diperoleh tiap 3 kali seminggu. Adapun total keseluruhan sampah plastik yang diperoleh yaitu 6016 kg.

e. Rekapitulasi Keseluruhan Sampah Plastik Berdasarkan *Low Value dan High Value* IPST Asari Tahun 2021

Kategori sampah IPST Asari terbagi menjadi 2 yaitu sampah plastik *low value* dan sampah plastik *high value*. Sampah plastik *low value* terdiri dari kantong kresek & kantong bening, *sachet* & kemasan aluminium foil, dan kantong kemasan lainnya. Adapun sampah plastik *high value* terdiri dari botol & gelas minuman dan plastik lainnya seperti kerasan dan lainnya.

Tabel 8. Rekapitulasi Sampah Plastik Berdasarkan *Low Value* dan *High Value* IPST Asari Tahun 2021

Bulan	High Value		Low Value		
	Botol & Gelas Minuman (kg)	Plastik lain (kerasan,dll) (kg)	Kantong Kresek & Kantong Bening (kg)	Sachet & Kemasan Aluminium Foil (kg)	Kantong Kemasan Lain (kg)
Januari	16,0	14,0	541,8	9,8	9,2
Februari	10,9	7,7	1244,3	8,6	4,3
Maret	18,2	5,7	1052,2	14,7	6,2
April	17,9	13,7	679,1	11,6	10,5
Mei	22,8	22,0	634,2	6,8	8,0
Juni	18,4	8,3	57,7	6,0	6,9
Juli	7,6	2,3	681,6	2,5	1,5
Agustus	17,7	5,7	71,9	9,3	6,5
September	19,5	5,6	37,5	4,5	3,6
Oktober	61,7	54,3	159,5	51,1	50,9
November	74,1	41,7	100,7	37,6	19,4
Desember	21,8	21,8	1068,2	15,8	14,7
SUB TOTAL (kg)	306,6	202,8	6328,7	178,3	141,7
Rata-Rata/Bulan (kg/bulan)	25,6	16,9	527,4	14,9	11,8
Persentase	4%	3%	88%	2,5%	2,5%
TOTAL (kg)	509,4			6648,7	
Rata-Rata/Bulan (kg/bulan)	21,2			184,7	

Berdasarkan Tabel 8 mengenai rekapitulasi data sampah masuk ke IPST berdasarkan *low value* dan *high value* diperoleh jumlah sampah *low value* lebih besar dari jumlah sampah *high value*.

4.1.4 Identifikasi Kriteria dan Sub Kriteria *Analytic Network Process* Pemasok Sampah Plastik IPST Asari

Saat menentukan pemasok sampah plastik IPST Asari dibutuhkan beberapa kriteria maupun sub-kriteria yang dibutuhkan agar pemilihan pemasok sampah plastik dinilai tepat sesuai dengan yang dibutuhkan. Langkah awal yaitu identifikasi kriteria berdasarkan studi literatur. Identifikasi dilakukan dengan melakukan tinjauan pustaka sebagai penunjang penentuan kriteria pemasok sampah plastik agar sesuai dengan kebutuhan IPST Asari. Berikut merupakan hasil identifikasi kriteria melalui studi literatur.

Tabel 9. Identifikasi Awal Kriteria Berdasarkan Studi Literatur

Kriteria	Sumber	Definisi
<i>Quality</i>	(Dickson, 1966), (Weber, Current and Benton, 1991), (Cheragi dkk, 2004), (Tektas & Aytekin, (Tektas and Aytekin, 2013), (Şakra and Adil, 2010), (Chan <i>et al.</i> , 2008)	Kemampuan <i>supplier</i> dalam memberikan produk yang sesuai dengan kebutuhan dan standar perusahaan
<i>Delivery</i>	(Dickson, 1966), (Weber, Current and Benton, 1991), (Cheragi dkk, 2004), (Tektas and Aytekin, 2013), (Şakra and Adil, 2010), (Chan <i>et al.</i> , 2008)	Pemasok dapat memenuhi kemampuan perusahaan dalam proses pengiriman produk
<i>Cost</i>	(Enyinda, Emeka and Bell-Hanyes, 2010)	Biaya yang terkait dengan <i>supply</i> produk terjangkau
<i>Responsiveness</i>	(Musyaffak, Astuti and Effendi, 2013)	Tanggapan dan responsif pemasok
<i>Facility and Capacity</i>	(Dickson, 1996)	Fasilitas dan kapasitas pemasok memadai

Hasil dari indentifikasi kriteria diatas akan diajukan kepada pihak IPST Asari. Wawancara dilakukan untuk menentukan kriteria dan sub-kriteria pemasok sampah. Kriteria pada Tabel 9 digunakan pada *Analytic Network Process* penentuan performa pemasok sampah plastik IPST Asari dan penentuan *Analytic Network Process* sub-kriteria prioritas bagi tiap pemasok sampah plastik IPST Asari.

4.1.5 Profil Responden Kuesioner *Analytic Network Process*

Kuesioner ANP untuk menentukan perbandingan berpasangan dinilai oleh responden dari pihak IPST Asari. Responden tersebut yaitu seperti pada Tabel berikut.

Tabel 10. Profil Responden

Nama	Jabatan	Lama Bekerja
Muhammad Khoirul Anam	<i>Circular Economy Specialist</i> PT Chandra Asri	4 Tahun
Murat	Ketua IPST Asari	3 Tahun
Syahrul	Divisi Mesin IPST Asari	2 Tahun

Penentuan *key person* dilakukan dengan pertimbangan kriteria *key person* sebagai *expert* yaitu berpengalaman, memiliki profesionalisme, dan integritas yang baik. Ketiga *key person* yang tertera pada Tabel 11 digunakan pada kuesioner ANP performa sampah plastik IPST Asari. Adapun untuk ANP penentuan prioritas sub-kriteria prioritas pemasok sampah IPST Asari menggunakan *key person* pada Tabel 11 dan partisipan dari tiap pemasok. Misal pemasok berasal dari warga maka kuesioner penentuan prioritas sub-kriteria pemasok sampah plastik IPST Asari terdiri dari 3 *key person* pada Tabel 11 dan 2 orang warga. Begitupun pada dua pemasok sampah plastik lainnya. Kuesioner berisi perbandingan berpasangan antar kriteria dan sub-kriteria serta alternatif pemasok sampah plastic IPST Asari.

4.2 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan metode *Material Flow Analysis (MFA)* dan metode *Analytic Network Process (ANP)*. MFA digunakan untuk menentukan aliran dan stok sampah plastik pada pengolahan sampah plastik di IPST Asari. Selain itu dengan MFA diketahui jumlah sampah plastik yang kurang untuk kebutuhan di IPST Asari. Penggunaan metode *Analytic Network Process (ANP)* dilakukan untuk menentukan performa pemasok sampah plastik terbaik. Selanjutnya akan ditentukan pemenuhan kapasitas kebutuhan sampah plastik IPST Asari melalui pemasok alternatif sampah plastik terpilih.

4.2.1 Material Flow Analysis Eksisting Pengolahan Sampah IPST Asari

Berdasarkan hasil wawancara dan observasi lapangan yang dilakukan di IPST Asari, diperoleh gambaran aliran material pengolahan sampah plastik di IPST Asari. Berikut ini merupakan gambaran aliran material pengolahan sampah plastik di IPST Asari.

1. Menentukan Massa dan Konsentrasi Tiap Aliran Material IPST Asari

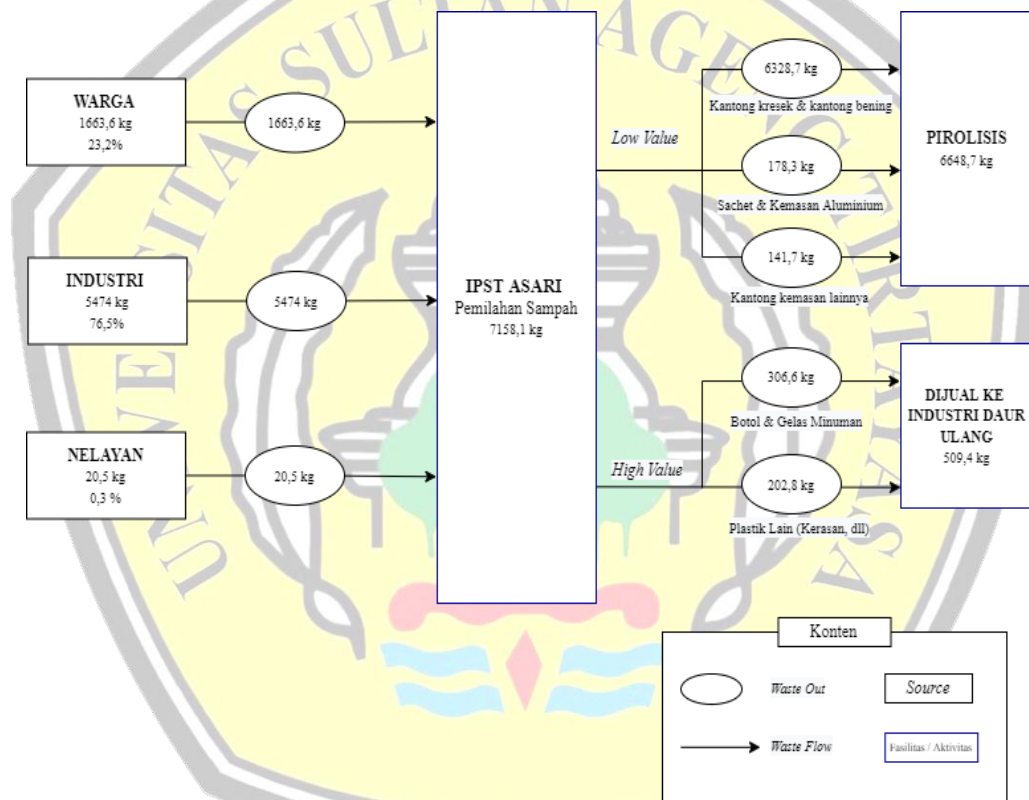
Massa dan konsentrasi aliran material sampah plastik IPST Asari tertera pada Tabel 7 dan Tabel 8 pada bab 4.1 pengumpulan data. Data tersebut menjadi *input* ilustrasi *Material Flow Analysis* eksisting.

2. Penentuan *Balance of Goods Material Flow* Usulan Pengolahan Sampah IPST Asari

Hal penting yang harus diperhatikan dalam menganalisis *material flow* yaitu pastikan *input* sama dengan *ouput*. Berikut merupakan perhitungan *input* dan *ouput* pada *material flow* eksisting.

$$\begin{aligned}
 \text{Input} &= \text{Output} \\
 \text{Sampah plastik masuk IPST} &= \text{Sampah low value} + \text{Sampah high value} \\
 \text{Warga} + \text{Industri} + \text{Nelayan} &= \text{Sampah low value} + \text{Sampah high value} \\
 1.663,6 + 5.474 + 20,5 &= 6.648,7 \text{ kg} + 509,4 \text{ kg} \\
 7.158,1 \text{ kg} &= 7.158,1 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

3. Ilustrasi dan Implementasi *Material Flow Analysis* Eksisting Pengolahan Sampah IPST Asari



Gambar 7. Material Flow Eksisting Pengolahan Sampah IPST Asari

Dari Gambar 7 dapat diketahui bahwa proses pengolahan sampah plastik IPST Asari dimulai dari pemilahan sampah plastik menjadi 5 kategori. Setelah dipilah, sampah kemudian dikategorikan lagi untuk sampah yang akan diproses pirolisis untuk menjadi BBM Plas dan sampah yang akan dijual ke industri daur ulang. Hasil dari identifikasi aliran material pengolahan sampah plastik ini

kemudian akan dijadikan model untuk MFA. Dalam MFA akan terlihat aliran dan stok material, dimana *input* akan sama nilainya dengan *output*. Begitupun dengan konsentrasi yang harus *balance* dalam aliran dan stok material. MFA akan menyelesaikan permasalahan dari aliran dan stok material yang tidak sesuai.

4.2.2 Analytic Network Process Performa Pemasok Sampah IPST Asari

Penentuan pemasok dibutuhkan analisis performa pemasok sampah plastik eksisting. Pemasok sampah eksisting terdiri dari warga, industri, dan nelayan yang merupakan pemasok sampah plastik tetap IPST Asari. Pemasok tersebut perlu diketahui performanya dalam memasok sampah plastik. Hasil pembobotan pemasok sampah akan dijadikan dasar dalam penentuan kebutuhan kapasitas infrastruktur yang dibutuhkan tiap pemasok.

4.2.2.1 Hasil Identifikasi Kriteria dan Sub-Kriteria

Kuantitas sampah plastik dari tiap pemasok dihitung untuk memperoleh total sampah untuk kategori *low value* dan *high value*. Berikut merupakan kuantitas sampah plastik berdasarkan pemasok sampah di IPST Asari.

Tabel 11. Hasil Identifikasi Kriteria Supplier Sampah Plastik IPST Asari

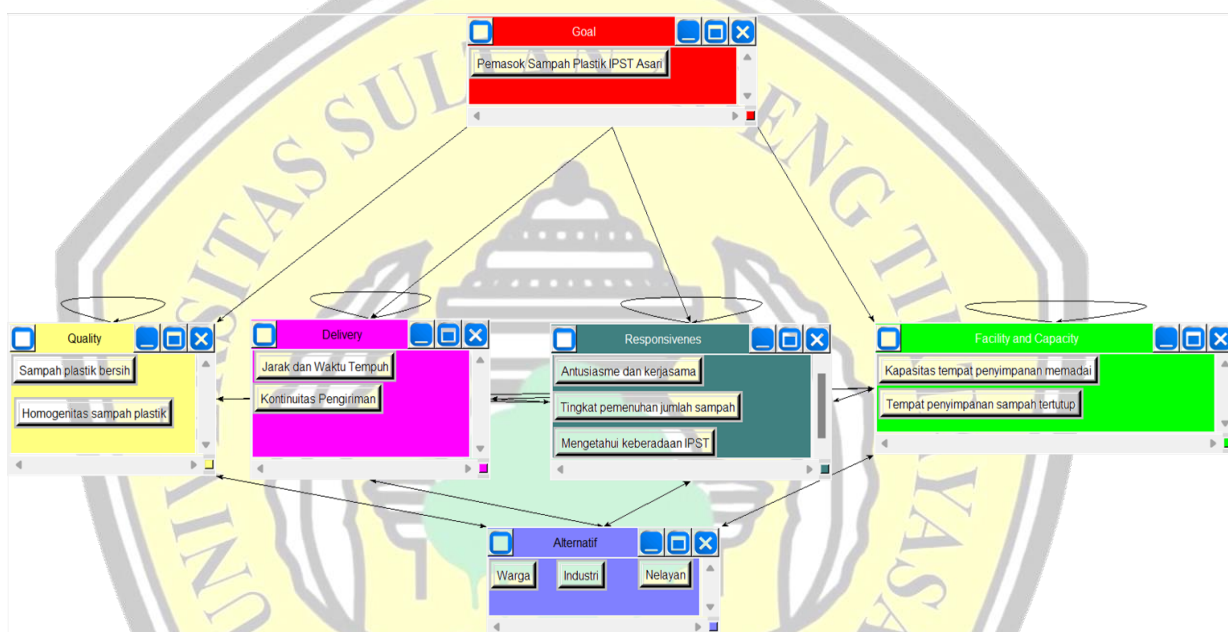
Kriteria	Sub Kriteria	Definisi
<i>Quality</i>	Sampah plastik bersih	Pemasok dapat menyediakan produk dalam kondisi baik sesuai standar perusahaan
	Homogenitas sampah plastik	Pemasok dapat menyediakan produk dalam kondisi baik sesuai standar perusahaan
<i>Delivery</i>	Ketepatan kuantitas sampah plastik	Sampah yang telah dikumpulkan pemasok sudah sesuai dengan kesepakatan awal
	Jarak dan Waktu Tempuh	Jarak dan waktu tempuh dapat dijangkau
<i>Facility and Capacity</i>	Kapasitas tempat penyimpanan memadai	Kapasitas tempat penyimpanan sampah memadai untuk memudahkan proses pengambilan
	Tempat penyimpanan sampah tertutup	Tempat penyimpanan sampah yang tertutup mendukung kualitas sampah yang baik
<i>Responsiveness</i>	Antusiasme	Antusiasme pemasok dalam memasok sampah
	Tingkat pemenuhan sampah plastik	Pemasok dapat memenuhi kebutuhan sampah plastik
	Mengetahui keberadaan IPST	Tingkat ketahuan pemasok terhadap keberadaan IPST Asari

Berdasarkan hasil wawancara dan menyamakan sudut pandang dengan 3 *key person* IPST Asari, diperoleh 4 kriteria dan 8 sub kriteria. Kriteria diperoleh berdasarkan kajian literatur dan wawancara dengan ahli perusahaan/*expert*.

Penentuan sub-kriteria dilakukan dengan wawancara terpisah antara 3 *key person*. Penentuan sub-kriteria final dilakukan dengan menyamakan pendapat antara ketiga *key person*.

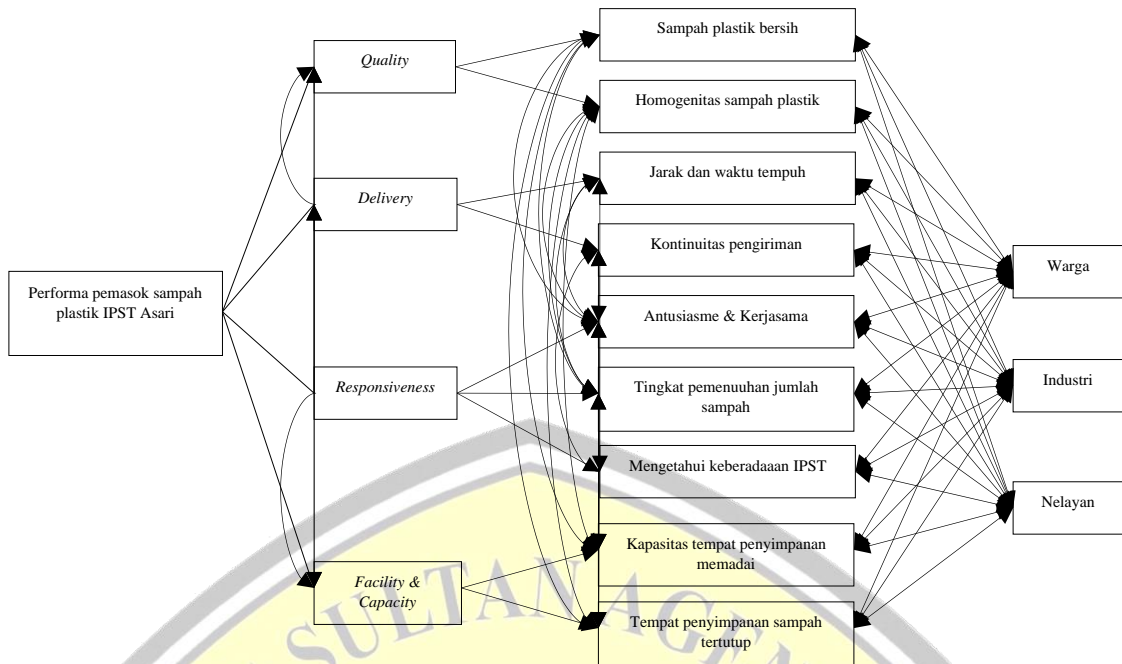
4.2.2.2 Model *Analytics Network Process* Performa Pemasok Sampah Plastik IPST Asari

Model *Analytics Network Process* performa pemasok sampah plastik diperoleh hubungan antar sub-kriteria dalam *node* pada kriteria dalam *cluster*. Berikut ini merupakan model *analytics network process* performa pemasok sampah plastik IPST Asari.



Gambar 8. Model *Analytics Network Process* Performa Pemasok Sampah IPST Asari Pada *Super Decision*

Pembentukan model ANP dilakukan berdasarkan hasil identifikasi kriteria dan sub-kriteria bersama dengan *key person*. *Network* saling menghubungkan antar *cluster* maupun *node*. *Cluster* merupakan satu himpunan yang terdiri dari beberapa *node*. Misal *cluster* kriteria *quality* terdiri dari *node* sub-kriteria sampah plastik bersih dan *node* sub-kriteria homogenitas sampah plastik. Pada *software super decision* tidak terlihat hubungan antar *node*. Untuk melihat keterkaitan antar *cluster* dan *node* dapat dilihat jaringan *Analytic Network Process* sebagaimana digambarkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Model *Analytics Network Process* Performa Pemasok Sampah IPST Asari

4.2.2.3 Perbandingan Berpasangan Kriteria dan Sub-Kriteria Pemasok Sampah Plastik IPST Asari

Perbandingan berpasangan disusun untuk mengetahui adanya hubungan antar satu kriteria dengan kriteria lain maupun antar satu sub-kriteria dengan sub-kriteria lain didalam ANP sebagaimana ditampilkan pada Tabel 12. Perbandingan berpasangan antar sub-kriteria diperoleh dari hasil wawancara dengan menyatukan pendapat dari ketiga responden. Berikut ini merupakan perbandingan berpasangan antar sub-kriteria.

Tabel 12. Perbandingan Berpasangan Kriteria dan Sub-Kriteria Pemasok Sampah Plastik IPST Asari

Kriteria	Sub-Kriteria	A		B		C			D	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	1									
	2									
B	3									
	4									

Tabel 12. Perbandingan Berpasangan Kriteria dan Sub-Kriteria Pemasok Sampah Plastik IPST Asari (Lanjutan)

Kriteria	Sub-Kriteria	A		B		C			D	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9

C	5								
	6								
	7								
D	8								
	9								

Keterangan:

A = Kriteria *quality*

B = Kriteria *delivery*

C = Kriteria *responsiveness*

D = Kriteria *facility & capacity*

1 = Homogenitas sampah plastik

2 = Sampah plastik bersih

3 = Jarak dan waktu tempuh

4 = Kontinuitas pengiriman

5 = Antusiasme

6 = Tingkat pemenuhan jumlah sampah

7 = Kapasitas tempat penyimpanan memadai

8 = Mengetahui keberadaan IPST Asari

9 = Tempat penyimpanan sampah tertutup

Berdasarkan hasil pada Tabel 12 dapat dilihat bahwa masing-masing sub-kriteria memiliki hubungan pada sub-kriteria lain. Tabel 12 menampilkan hubungan sub-kriteria yang tidak dapat dilihat pada model ANP di *software Super Decision*.

4.2.2.4 Hasil Kuesioner Responden 1

Responden 1 yaitu Pak Anam selaku penanggung jawab IPST Asari dari PT Chandra Asri Petrochemical. Berikut ini merupakan Langkah pengolahan hasil penilaian perbandingan berpasangan pada responden 1.

1. Langkah awal dalam mengolah hasil penilaian perbandingan berpasangan pada kuesioner yaitu memasukkan hasil penilaian kedalam *software Super Decision* untuk memperoleh pembobotan. Berikut ini merupakan salah satu penginputan hasil perbandingan berpasangan antar sub-kriteria jarak & waktu tempuh terhadap alternatif.

Tabel 13. Hubungan Antar Sub-Kriteria Jarak & Waktu Terhadap Alternatif Responden 1

1. Choose	2. Node comparisons with respect to Jarak dan Waktu Temp~
Node Cluster	Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct
Choose Node	Comparisons wrt "Jarak dan Waktu Tempuh" node in "Alternatif" cluster
Jarak dan Wakt~	Warga is moderately to strongly more important than Nelayan
Cluster: Delivery	1. Industri >=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp Nelayan 2. Industri >=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp Warga 3. Nelayan >=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp Warga
Choose Cluster	
Alternatif	

2. Kemudian perlu diperhatikan dalam memasukkan angka hasil perbandingan berpasangan lebih dari 2 perbandingan memungkinkan muncul angka *inconsistency*. Maka perlu memastikan angka *inconsistency* yaitu $< 0,1$ seperti pada contoh berikut.

Tabel 14. Nilai *Inconsistency* Antar Sub-Kriteria Jarak & Waktu Terhadap Alternatif Responden 1

+ 3. Results	
Normal	Hybrid
Inconsistency: 0.01759	
Industri	0.23849
Nelayan	0.13650
Warga	0.62501

3. Pembobotan dapat dilihat dengan cara klik pada tab : *Computations* → *Priorities*
Berikut ini *priorities* pada kuesioner responden 1.

Tabel 15. Hasil *Priorities* Perbandingan Berpasangan Responden 1 (Pak Anam)

Name	Normalized By Cluster	Limiting
Industri	0,36872	0,073515
Nelayan	0,21992	0,043847
Warga	0,41137	0,082018
Jarak dan Waktu Tempuh	0,57158	0,042148
Kontinuitas Pengiriman	0,42842	0,031592
Kapasitas tempat penyimpanan memadai	0,5055	0,086012
Tempat penyimpanan sampah tertutup	0,4945	0,084139

Tabel 16. Hasil *Priorities* Perbandingan Berpasangan Responden 1 (Pak Anam) (Lanjutan)

Name	Normalized By Cluster	Limiting
Pemasok Sampah Plastik IPST Asari	0	0
Homogenitas sampah plastik	0,51959	0,178478
Sampah plastik bersih	0,48041	0,16502
Antusiasme dan kerjasama	0,42951	0,091585

Mengetahui keberadaan IPST	0,17569	0,037462
Tingkat pemenuhan jumlah sampah	0,3948	0,084184

Hasil dapat disalin melalui *Excel* seperti Tabel diatas untuk melakukan tahap selanjutnya. Dengan demikian, tahapan pengolahan hasil perbandingan berpasangan pada responden 1 telah selesai dilakukan.

4.2.2.5 Hasil Kuesioner Responden 2

Responden 2 yaitu Pak Murat selaku ketua IPST Asari dari PT Chandra Asri Petrochemical. Berikut ini merupakan Langkah pengolahan hasil penilaian perbandingan berpasangan pada responden 2.

- Langkah awal dalam mengolah hasil penilaian perbandingan berpasangan pada kuesioner yaitu memasukkan hasil penilaian kedalam *software Super Decision* untuk memperoleh pembobotan. Berikut ini merupakan salah satu penginputan hasil perbandingan berpasangan antar sub-kriteria jarak & waktu tempuh terhadap alternatif.

Tabel 17. Hubungan Antar Sub-Kriteria Jarak & Waktu Terhadap Alternatif Responden 2

1. Choose	2. Node comparisons with respect to Jarak dan Waktu Tempuh
Node Cluster	Graphical Verbal Matrix: Questionnaire Direct
Choose Node	Comparisons wrt "Jarak dan Waktu Tempuh" node in "Alternatif" cluster
Jarak dan Wakt~	Industri is equally to moderately more important than Nelayan
Cluster: Delivery	
Choose Cluster	
Alternatif	

1. Industri	>=0.5	0.5	0.8	0.7	0.5	0.4	0.3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=0.5	No comp.	Nelayan
2. Industri	>=0.5	0.5	0.8	0.7	0.5	0.4	0.3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=0.5	No comp.	Warga
3. Nelayan	>=0.5	0.5	0.8	0.7	0.5	0.4	0.3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=0.5	No comp.	Warga

- Kemudian perlu diperhatikan dalam memasukkan angka hasil perbandingan berpasangan lebih dari 2 perbandingan memungkinkan muncul angka *inconsistency*. Maka perlu memastikan angka *inconsistency* yaitu $< 0,1$ seperti pada contoh berikut.

Tabel 18. Nilai *Inconsistency* Antar Sub-Kriteria Jarak & Waktu Terhadap Alternatif Responden 2

+ 3. Results	
Normal \leftarrow	Hybrid \leftarrow
Inconsistency: 0.05156	
Industri	0.2081
Nelayan	0.1311
Warga	0.6607

3. Setelah melakukan seluruh penilaian perbandingan berpasangan, maka pembobotan dapat dilihat dengan cara klik pada tab:

Computations \rightarrow *Priorities*

Tabel 19. Hasil *Priorities* Perbandingan Berpasangan Responden 2 (Pak Murat)

<i>Name</i>	<i>Normalized By Cluster</i>	<i>Limiting</i>
Industri	0,39985	0,045171
Nelayan	0,20931	0,023645
Warga	0,39084	0,044153
Jarak dan Waktu Tempuh	0,63438	0,074686
Kontinuitas Pengiriman	0,36562	0,043044
Kapasitas tempat penyimpanan memadai	0,44058	0,085944
Tempat penyimpanan sampah tertutup	0,55942	0,109127
Pemasok Sampah Plastik IPST Asari	0	0
Homogenitas sampah plastik	0,49504	0,143787
Sampah plastik bersih	0,50496	0,146666
Antusiasme dan kerjasama	0,45815	0,130013
Mengetahui keberadaan IPST	0,16371	0,046456
Tingkat pemenuhan jumlah sampah	0,37814	0,107308

Hasil dapat disalin ke Excel untuk melakukan tahap selanjutnya. Dengan demikian, tahapan pengolahan hasil perbandingan berpasangan pada responden 2 telah selesai dilakukan.

4.2.2.6 Hasil Kuesioner Responden 3

Responden 3 yaitu Pak Syahrul selaku Staf Permersionan di IPST Asari yang membantu dalam pendataan pemasok sampah plastik di IPST Asari. Berikut ini merupakan langkah pengolahan hasil penilaian perbandingan berpasangan pada responden 3.

- Langkah awal dalam mengolah hasil penilaian perbandingan berpasangan pada kuesioner yaitu memasukkan hasil penilaian kedalam *software Super Decision* untuk memperoleh pembobotan. Berikut ini merupakan salah satu penginputan hasil perbandingan berpasangan antar sub-kriteria jarak & waktu tempuh terhadap alternatif.

Tabel 20. Hubungan Antar Sub-Kriteria Jarak & Waktu Terhadap Alternatif Responden 3

1. Choose	2. Node comparisons with respect to Jarak dan Waktu Temp~																																																																		
Node Cluster	Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct																																																																		
Choose Node	Comparisons wrt "Jarak dan Waktu Tempuh" node in "Alternatif" cluster																																																																		
Jarak dan Wakt~	Industri is equally as important as Nelayan																																																																		
Cluster: Delivery	<table border="1"> <tr> <td>1. Industri</td> <td>>=9.5</td> <td>9</td> <td>8</td> <td>7</td> <td>6</td> <td>5</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>>=9.5</td> <td>No comp.</td> <td>Nelayan</td> </tr> <tr> <td>2. Industri</td> <td>>=9.5</td> <td>9</td> <td>8</td> <td>7</td> <td>6</td> <td>5</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>>=9.5</td> <td>No comp.</td> <td>Warga</td> </tr> <tr> <td>3. Nelayan</td> <td>>=9.5</td> <td>9</td> <td>8</td> <td>7</td> <td>6</td> <td>5</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>>=9.5</td> <td>No comp.</td> <td>Warga</td> </tr> </table>	1. Industri	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Nelayan	2. Industri	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Warga	3. Nelayan	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Warga
1. Industri	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Nelayan																																														
2. Industri	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Warga																																														
3. Nelayan	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Warga																																														
Choose Cluster																																																																			
Alternatif																																																																			

- Kemudian perlu diperhatikan dalam memasukkan angka hasil perbandingan berpasangan lebih dari 2 perbandingan memungkinkan muncul angka *inconsistency*. Maka perlu memastikan angka *inconsistency* yaitu $< 0,1$ seperti pada contoh berikut.

Tabel 21. Nilai *Inconsistency* Antar Sub-Kriteria Jarak & Waktu Terhadap Alternatif Responden 3

+ 3. Results	
Normal	Hybrid
Inconsistency: 0.05156	
Industri	0.32748
Nelayan	0.25992
Warga	0.41260

- Setelah melakukan seluruh penilaian perbandingan berpasangan, maka pembobotan dapat dilihat dengan cara klik pada tab:

Computations → *Priorities*

Tabel 22. Hasil *Priorities* Perbandingan Berpasangan Responden 3 (Pak Syahrul)

Name	Normalized By Cluster	Limiting
Industri	0,36786	0,040559
Nelayan	0,25056	0,027626
Warga	0,38158	0,042071
Jarak dan Waktu Tempuh	0,48437	0,079644

Tabel 23. Hasil *Priorities* Perbandingan Berpasangan Responden 3 (Pak Syahrul) (Lanjutan)

<i>Name</i>	<i>Normalized By Cluster</i>	<i>Limiting</i>
Kontinuitas Pengiriman	0,51563	0,084783
Kapasitas tempat penyimpanan memadai	0,70432	0,173757
Tempat penyimpanan sampah tertutup	0,29568	0,072944
Pemasok Sampah Plastik IPST Asari	0	0
Homogenitas sampah plastik	0,35783	0,084883
Sampah plastik bersih	0,64217	0,152336
Antusiasme dan kerjasama	0,60714	0,146561
Mengetahui keberadaan IPST	0,04224	0,010336
Tingkat pemenuhan jumlah sampah	0,53442	0,130758

Hasil dapat disalin ke Excel untuk melakukan tahap selanjutnya. Dengan demikian, tahapan pengolahan hasil perbandingan berpasangan pada responden 2 telah selesai dilakukan.

4.2.2.7 *Geometric Mean*

Dalam mengetahui pembobotan akhir pada kriteria, sub-kriteria, dan alternatif perlu dilakukan rekapitulasi dari ketiga responden. Dalam ANP, rekapitulasi dilakukan dengan *geometric mean*. Perhitungan *geometric mean* dilakukan secara manual menggunakan *Excel*. Berikut ini merupakan Langkah-langkah perhitungan *geometric mean*.

1. Memasukkan hasil seluruh perbandingan berpasangan tiap responden seperti pada Tabel berikut.

Tabel 24. Perbandingan Berpasangan Antar *Cluster Goal* dan *Cluster Kriteria Responden*

Goal - Kriteria	Pak Anam	Pak Murat	Pak Syahrul
B-D	2	2	1
B-A	2	1	1
B-C	2	2	3
D-A	3	1	2
D-C	3	1	2
A-C	2	1	2

Keterangan :

A = kriteria *quality*

B = kriteria *delivery*

C = kriteria *responsiveness*

D = kriteria *facility & capacity*

Tabel 22 merupakan hasil salah satu rekapitulasi perbandingan berpasangan yang sama pada tiap responden untuk tiap kriteria pemasok sampah plastik. Garis kotak putus putus pada tabel menunjukkan arah penilaian pada input *matrix software super decision*.

- Melakukan invers pada perbandingan dengan warna yang tidak dominan seperti berikut ini.

Invers dilakukan secara manual sebelum masuk ke *software Super Decision*.

Tabel 25. Invers Perbandingan Berpasangan Antar Cluster Goal dan Cluster Kriteria Responden

Goal - Kriteria	Pak Anam	Pak Murat	Pak Syahrul
B-D	2	0,5	1
B-A	0,5	1	1
B-C	0,5	2	3
D-A	3	1	2
D-C	0,333333	1	2
A-C	2	1	2

- Melakukan perhitungan *geometric mean*

Contoh perhitungan sebagai berikut:

Geometric mean perbandingan *Goal* dengan kriteria *delivery* dan *facility & capacity* = $(R1 \times R2 \times R3)^{(1/n)}$

Geometric mean perbandingan *Goal* dengan kriteria *delivery* dan *facility & capacity* = $(2 \times 0,5 \times 1)^{(1/3)}$

Geometric mean perbandingan *Goal* dengan kriteria *delivery* dan *facility & capacity* = 1

Keterangan:

R1 = Pak Anam

R2 = Pak Murat

R3 = Pak Syahrul

4.2.2.8 Rater of Agreement

Rater of Agreement menunjukkan tingkat kesepakatan hasil perbandingan berpasangan responden. Berikut ini merupakan langkah melakukan *rater of agreement*.

1. Melakukan rekapitulasi nilai *normalize by cluster* tiap responden

Tabel 26. Rekapitulasi Hasil Normalized by Cluster Tiap Responden

<i>Node</i>	Pak Anam	Pak Murat	Pak Syahrul
Industri	0,37213	0,42566	0,36786
Nelayan	0,17574	0,19482	0,25056
Warga	0,45213	0,37952	0,38158
Jarak dan Waktu Tempuh	0,51976	0,6479	0,48437
Kontinuitas Pengiriman	0,48024	0,3521	0,51563
Kapasitas tempat penyimpanan memadai	0,44203	0,43893	0,70432
Tempat penyimpanan sampah tertutup	0,55797	0,56107	0,29568
Homogenitas sampah plastik	0,52333	0,49448	0,35783
Sampah plastik bersih	0,47667	0,50552	0,64217
Antusiasme & kerjasama	0,48933	0,52152	0,60714
Mengetahui keberadaan IPST	0,17569	0,16371	0,04224
Tingkat pemenuhan jumlah sampah	0,51067	0,47848	0,39286

Rekapitulasi *normalize by cluster* menampilkan nilai normal pada tiap *node* untuk tiap responden. *Node* terdiri dari alternatif dan sub-kriteria pemasok sampah plastik IPST Asari.

2. Melakukan rata-rata nilai *normalized by cluster* dari tiap responden

Tabel 27. Hasil Rata-Rata Normalized by Cluster Tiap Responden

<i>Name</i>	<i>Normalized by Cluster</i>	<i>Limiting</i>
Industri	0,38939	0,075648
Nelayan	0,21169	0,041126
Warga	0,39892	0,077501
Jarak dan Waktu Tempuh	0,55542	0,068721
Kontinuitas Pengiriman	0,44458	0,055007
Kapasitas tempat penyimpanan memadai	0,54327	0,115911
Tempat penyimpanan sampah tertutup	0,45673	0,097446
Homogenitas sampah plastik	0,46989	0,119334
Sampah plastik bersih	0,53011	0,134627
Antusiasme & kerjasama	0,45102	0,096824
Mengetahui keberadaan IPST	0,14257	0,030607
Tingkat pemenuhan jumlah sampah	0,40641	0,087247

3. Melakukan *transpose* rata-rata *normalized by cluster*

Transpose dilakukan dengan mengubah kolom jadi baris dan baris jadi kolom.

4. Melakukan perangkian

Perangkian dilakukan untuk mengetahui urutan *node* dari yang terbaik hingga urutan akhir.



Tabel 28. Transpose Hasil Rata-Rata Normalized by Cluster Tiap Responden

Name	Industri	Nelayan	Warga	Jarak dan Waktu Tempuh	Kontinuitas Pengiriman	Kapasitas tempat penyimpanan memadai	Tempat penyimpanan sampah tertutup	Homogenitas sampah plastik	Sampah plastik bersih	Antusiasme	Mengetahui Keberadaan IPST	Tingkat pemenuhan jumlah sampah
Pak Anam	0,36872	0,21992	0,41137	0,57158	0,42842	0,5055	0,4945	0,52333	0,48041	0,42951	0,17569	0,3948
Pak Murat	0,39985	0,20931	0,39084	0,63438	0,36562	0,44058	0,55942	0,49504	0,50496	0,45815	0,16371	0,37814
Pak Syahrul	0,3511	0,23132	0,41758	0,41395	0,58605	0,65198	0,34802	0,36156	0,63844	0,42333	0,04224	0,53442

Tabel 29. Perangkingan Transpose Hasil Rata-Rata Normalized by Cluster Tiap Responden

Name	Industri	Nelayan	Warga	Jarak dan Waktu Tempuh	Kontinuitas Pengiriman	Kapasitas tempat penyimpanan memadai	Tempat penyimpanan sampah tertutup	Homogenitas sampah plastik	Sampah plastik bersih	Antusiasme	Mengetahui Keberadaan IPST	Tingkat pemenuhan jumlah sampah
Pak Anam	10	11	8	1	7	3	4	2	5	6	12	9
Pak Murat	7	11	8	1	10	6	2	4	3	5	12	9
Pak Syahrul	9	11	6	7	3	1	10	8	2	5	12	4
Total	26	33	22	9	20	10	16	14	10	16	36	22
(Ti-U) ²	42,25	182,25	6,25	110,25	0,25	90,25	12,25	30,25	90,25	12,25	272,25	6,25

5. Melakukan Perhitungan Akhir

Tabel 30. Perhitungan Akhir *Rater of Agreement*

U	S	Max S	W
19,5	855	1197	0,714286

Contoh perhitungan akhir *rater agreement* :

$$\begin{aligned}
 U &= \frac{\text{Jumlah Total Perangkingan Tiap Responden}}{\text{Jumlah node}} \\
 &= \frac{26+33+24+9+\dots+22}{12} \\
 &= 19,5
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S &= \sum (T_i - U)^2 \\
 &= 42,25 + 182,25 + 6,25 + \dots + 6,25 \\
 &= 855
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Max S} &= (\sum (\sum (\text{jumlah alternatif} \times \text{node ke n}) - U)^2) \\
 &= \sum (272,25 + 182,25 + 110,25 + \dots + 182,25) \\
 &= 1197
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W &= \frac{S}{\text{Max S}} \\
 &= \frac{855}{1197} \\
 &= 0,714286
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, diperoleh nilai $W = 0,7$. Maka dapat dikatakan bahwa tingkat persetujuan responden cukup baik.

4.2.2.9 Supermatrix

Supermatrix terdiri dari *unweighted supermatrix*, *weighted supermatrix*, dan *limit matrix*. Hasil dari *supermatrix* dapat diperoleh dari *software super decision* dengan klik menu *computations*. Lalu akan muncul tampilan *unweighted supermatrix*, *weighted supermatrix*, dan *limit matrix*. Berikut merupakan *supermatrix* pada ANP performa pemasok sampah plastik.

a. *Unweighted Supermatrix*

Unweighted supermatrix merupakan hasil bobot prioritas dari pembobotan keterkaitan antar node disusun pada matrix tiap sel. Berikut merupakan hasil *unweighted supermatrix*.

Tabel 31. *Unweighted Supermatrix*

Super Decisions Main Window: GEOMETRIC MEAN_KUESIONER ANP IPST ASARI.sdm: Unweighted Super Matrix

	Industri	Nelayan	Warga	Jarak d ^m	Kontinu ^m	Kapasit ^m	Tempat ^m	Penasok ^m	Honogen ^m	Sampah ^m	Antusia ^m	Mengeta ^m	Tingkat ^m
Industri	0.00000	0.00000	0.00000	0.26006	0.23083	0.55252	0.44833	0.00000	0.54929	0.30513	0.38391	0.21464	0.35117
Nelayan	0.00000	0.00000	0.00000	0.17129	0.15789	0.16204	0.19569	0.00000	0.24762	0.18129	0.23597	0.44047	0.18485
Warga	0.00000	0.00000	0.00000	0.56865	0.61128	0.28544	0.35598	0.00000	0.20309	0.51358	0.38012	0.34490	0.46398
Jarak d ^m	0.61390	0.64539	0.50000	1.00000	0.00000	0.50000	0.00000	0.53476	0.00000	0.00000	0.59016	0.59016	0.32467
Kontinu ^m	0.38610	0.35461	0.50000	0.00000	1.00000	0.50000	0.00000	0.46524	0.00000	0.00000	0.40984	0.40984	0.67532
Kapasit ^m	0.48828	0.50000	0.50000	0.59016	0.55752	1.00000	0.00000	0.61390	0.55752	0.53476	0.59016	0.00000	0.64539
Tempat ^m	0.59172	0.50000	0.50000	0.40984	0.44248	0.00000	1.00000	0.38610	0.44248	0.46524	0.40984	0.00000	0.35461
Penasok ^m	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Honogen ^m	0.27624	0.55752	0.64539	0.00000	0.38610	0.50000	0.50000	0.50000	1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.50000
Sampah ^m	0.72376	0.44248	0.35461	0.00000	0.61390	0.50000	0.50000	0.50000	0.00000	1.00000	0.64539	0.00000	0.50000
Antusia ^m	0.38442	0.32125	0.48239	0.49305	0.44248	0.35461	0.50000	0.59816	0.64539	0.50000	1.00000	0.00000	0.00000
Mengeta ^m	0.23555	0.48518	0.29216	0.24783	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1.00000	0.00000
Tingkat ^m	0.38003	0.19357	0.30545	0.25911	0.55752	0.64539	0.50000	0.40984	0.35461	0.50000	0.00000	0.00000	1.00000

b. *Weighted Supermatrix*

Nilai *weighted supermatrix* didapatkan dengan mengalikan nilai sel *cluster matrix* dengan nilai setiap sel *unweighted supermatrix*. Berikut merupakan hasil dari *weighted supermatrix*.

Tabel 32. *Weighted Supermatrix*

Super Decisions Main Window: GEOMETRIC MEAN_KUESIONER ANP IPST ASARI.sdm: Weighted Super M...

	Industri	Nelayan	Warga	Jarak d ^m	Kontinu ^m	Kapasit ^m	Tempat ^m	Penasok ^m	Honogen ^m	Sampah ^m	Antusia ^m	Mengeta ^m	Tingkat ^m
Industri	0.00000	0.00000	0.00000	0.06945	0.04657	0.09265	0.08854	0.00000	0.17683	0.09778	0.07813	0.07808	0.06415
Nelayan	0.00000	0.00000	0.00000	0.04575	0.03186	0.02717	0.03864	0.00000	0.07935	0.05810	0.04310	0.16023	0.03377
Warga	0.00000	0.00000	0.00000	0.15187	0.12334	0.04786	0.07930	0.00000	0.06508	0.16458	0.06944	0.12547	0.08476
Jarak d ^m	0.15378	0.16167	0.12525	0.24548	0.00000	0.07546	0.00000	0.13064	0.00000	0.00000	0.07346	0.14628	0.04041
Kontinu ^m	0.09672	0.08883	0.12525	0.00000	0.18546	0.07546	0.00000	0.11366	0.00000	0.00000	0.05101	0.10158	0.08406
Kapasit ^m	0.07573	0.09275	0.09275	0.13689	0.09770	0.20057	0.00000	0.13073	0.11947	0.11459	0.16368	0.00000	0.17900
Tempat ^m	0.10976	0.09275	0.09275	0.09506	0.07754	0.00000	0.23622	0.08222	0.09482	0.09970	0.11367	0.00000	0.09835
Penasok ^m	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Honogen ^m	0.09010	0.18184	0.21050	0.00000	0.09441	0.15661	0.18444	0.16118	0.25321	0.00000	0.07820	0.00000	0.11026
Sampah ^m	0.23606	0.14432	0.11566	0.00000	0.15011	0.15661	0.18444	0.16118	0.00000	0.25321	0.14232	0.00000	0.11026
Antusia ^m	0.09143	0.07641	0.09571	0.12597	0.08541	0.05944	0.09870	0.13006	0.13685	0.10602	0.19501	0.00000	0.00000
Mengeta ^m	0.05602	0.11540	0.06949	0.06332	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.38835	0.00000
Tingkat ^m	0.09039	0.04604	0.07265	0.06620	0.10761	0.10818	0.09870	0.09032	0.07519	0.10602	0.00000	0.00000	0.19501

c. *Limit Matrix*

Limiting matrix diperoleh dengan mengalikan *weighted supermatrix* dengan dirinya sendiri. *Limiting matrix* didapatkan ketika nilai prioritas setiap baris. Berikut merupakan hasil dari *limit matrix*.

Tabel 33. *Limit Matrix*

Super Decisions Main Window: GEOMETRIC MEAN_KUESIONER ANP IPST ASARI.sdm: Limit Matrix

	Industri	Nelayan	Warga	Jarak d ^m	Kontinu ^m	Kapasit ^m	Tempat ^m	Penasok ^m	Honogen ^m	Sampah ^m	Antusia ^m	Mengeta ^m	Tingkat ^m
Industri	0.07565	0.07565	0.07565	0.07565	0.07565	0.07565	0.07565	0.07565	0.07565	0.07565	0.07565	0.07565	0.07565
Nelayan	0.04113	0.04113	0.04113	0.04113	0.04113	0.04113	0.04113	0.04113	0.04113	0.04113	0.04113	0.04113	0.04113
Warga	0.07750	0.07750	0.07750	0.07750	0.07750	0.07750	0.07750	0.07750	0.07750	0.07750	0.07750	0.07750	0.07750
Jarak d ^m	0.06872	0.06872	0.06872	0.06872	0.06872	0.06872	0.06872	0.06872	0.06872	0.06872	0.06872	0.06872	0.06872
Kontinu ^m	0.05501	0.05501	0.05501	0.05501	0.05501	0.05501	0.05501	0.05501	0.05501	0.05501	0.05501	0.05501	0.05501
Kapasit ^m	0.11591	0.11591	0.11591	0.11591	0.11591	0.11591	0.11591	0.11591	0.11591	0.11591	0.11591	0.11591	0.11591
Tempat ^m	0.09745	0.09745	0.09745	0.09745	0.09745	0.09745	0.09745	0.09745	0.09745	0.09745	0.09745	0.09745	0.09745
Penasok ^m	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Honogen ^m	0.11933	0.11933	0.11933	0.11933	0.11933	0.11933	0.11933	0.11933	1.00000	0.11933	0.11933	0.11933	0.11933
Sampah ^m	0.13463	0.13463	0.13463	0.13463	0.13463	0.13463	0.13463	0.13463	0.13463	1.00000	0.13463	0.13463	0.13463
Antusia ^m	0.09682	0.09682	0.09682	0.09682	0.09682	0.09682	0.09682	0.09682	0.09682	0.09682	1.00000	0.09682	0.09682
Mengeta ^m	0.03061	0.03061	0.03061	0.03061	0.03061	0.03061	0.03061	0.03061	0.03061	0.03061	0.03061	1.00000	0.03061
Tingkat ^m	0.08725	0.08725	0.08725	0.08725	0.08725	0.08725	0.08725	0.08725	0.08725	0.08725	0.08725	0.08725	1.00000

4.2.2.10 Bobot Prioritas Sub-Kriteria

Berikut merupakan bobot prioritas sub-kriteria.

Tabel 34. Bobot Prioritas Sub-Kriteria

	<i>Node</i>	<i>Limiting</i>	Rank
Sub- Kriteria	Sampah plastik bersih	0,134627	1
	Homogenitas sampah plastik	0,119334	2
	Kapasitas tempat penyimpanan memadai	0,115911	3
	Tempat penyimpanan sampah tertutup	0,097446	4
	Antusiasme dan kerjasama	0,096824	5
	Tingkat pemenuhan jumlah sampah	0,087247	6
	Jarak dan Waktu tempuh	0,068721	7
	Kontinuitas pengiriman	0,055007	8
	Mengetahui keberadaan IPST	0,030607	9

Berdasarkan hasil pembobotan prioritas sub-kriteria diperoleh hasil seperti pada Tabel 32. Sub-kriteria sampah plastik bersih menjadi urutan pertama yang diikuti oleh sub-kriteria homogenitas sampah plastik.

4.2.2.11 Bobot Prioritas Alternatif

Berikut merupakan bobot prioritas sub-kriteria.

Tabel 35. Bobot Prioritas Alternatif

	<i>Node</i>	<i>Limiting</i>	Rank
Alternatif	Warga	0,78	1
	Industri	0,075648	2
	Nelayan	0,041126	3

Berdasarkan hasil pembobotan prioritas alternatif diperoleh hasil seperti pada Tabel 33. Urutan pertama yaitu warga, kedua yaitu industri, dan yang terakhir yaitu nelayan.

4.2.3 Penentuan Kebutuhan Kapasitas Infrastruktur IPST Asari

Penentuan kapasitas infrastruktur dilakukan pada ketiga pemasok. Berikut merupakan kapasitas infrastruktur pemasok sampah IPST Asari.

a. Penentuan kebutuhan sampah usulan

Penentuan kebutuhan sampah usulan ditentukan dari frekuensi produksi yang dilakukan IPST Asari. Berikut merupakan perhitungan jumlah kebutuhan sampah high value dan sampah low value usulan.

$$\text{Sampah low value} = \sum \text{Sampah Plastik/Produksi} \times \text{Frekuensi produksi} \\ \text{seminggu} \times \sum \text{Minggu/Tahun}$$

$$\text{Sampah low value} = 100 \text{ kg} \times 2 \times 52$$

Sampah low value = 10.400 kg/Tahun

Sampah plastik *high value* di IPST Asari tidak ditargetkan, sehingga perhitungan menggunakan perbandingan senilai antara sampah plastik *high value* eksisting dengan total sampah plastik masuk IPST Asari eksisting dan usulan. Dengan kata lain, jumlah sampah *high value* usulan diasumsikan sebanding dengan jumlah sampah *high value* usulan sebagai berikut.

$$\frac{\text{Sampah High Value eksisting}}{\text{Sampah High Value usulan}} = \frac{\text{Jumlah sampah eksisting}}{\text{Jumlah sampah usulan}}$$

$$\frac{509,4}{x} = \frac{7158,1}{10.400 + x}$$

$$(509,4 \times 10.400) + 509,4x = 7.158,1x$$

$$5.297.760 + 509,4x = 7158,1x$$

$$5.297.760 = 6.648,7x$$

$$x = \frac{5.297.760}{6.648,7}$$

Sampah *high value* usulan = 796,8 kg

b. Penentuan Kebutuhan Infrastruktur IPST Asari Berdasarkan Kebutuhan Sampah Usulan

Berikut merupakan penentuan kebutuhan infrastruktur IPST Asari berdasarkan kebutuhan sampah usulan.

Tabel 36. Kebutuhan Infrastruktur IPST Asari

	Kapasitas Infrastruktur Bank Sampah (kg)	Total Kebutuhan Sampah (kg)
Usulan	2400 kg	11.197 kg
Kebutuhan Infrastruktur	4,7 ~ 5 unit bank sampah	

Contoh perhitungan:

Kebutuhan infrastruktur = Total kebutuhan sampah / Kapasitas infrastruktur bank sampah

Kebutuhan infrastruktur = 11.197 kg / 2400 kg

Kebutuhan infrastruktur = 4,6 ~ 5 unit bank sampah

Berdasarkan perhitungan kebutuhan infrastruktur IPST Asari, diperoleh kebutuhan bank sampah sebanyak 5 unit. Kebutuhan infrastruktur tersebut akan dibagi kepada pemasok berdasarkan pembobotan pada ANP sesuai dengan urgensinya masing-masing. Pembulatan bilangan 4,3 menjadi 5

dilakukan untuk mengoptimalkan pasokan sampah plastik agar dapat memenuhi kebutuhan. Karena pada dasarnya, sampah plastik akan terus ada selagi masyarakat ataupun pemasok sampah menggunakan plastik dalam kehidupan sehari-hari. Maka pembulatan dilakukan untuk menampung lebih banyak sampah plastik di bank sampah tanpa takut bank sampah penuh ataupun tidak mencukupi.

c. Penentuan Kebutuhan Infrastruktur IPST Asari Berdasarkan Hasil Pembobotan Tiap Pemasok Sampah Plastik

Berikut merupakan kebutuhan infrastruktur tiap pemasok berdasarkan pembobotan ANP IPST Asari.

Tabel 37. Kebutuhan Infrastruktur Tiap Pemasok Berdasarkan Pembobotan ANP IPST Asari

	<i>Node</i>	<i>Limiting</i>	Rank	Persentase	Kebutuhan Infrastruktur (Unit)
Alternatif	Warga	0,77501	1	87%	4
	Industri	0,075648	2	8%	1
	Nelayan	0,41126	3	5%	1

Contoh perhitungan:

$$\begin{aligned} \text{Persentase Warga} &= \frac{\text{Nilai Limiting}}{\sum \text{Limiting Alternatif}} \times 100\% \\ &= \frac{0,78}{0,89} \times 100\% \\ &= 87\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Unit Bank Sampah Warga} &= \frac{\text{Persentase warga}}{\sum \text{Persentase Alternatif}} \times \text{Kebutuhan Unit} \\ &= \frac{87}{100} \times 5 \\ &= 4 \text{ unit} \end{aligned}$$

Berdasarkan Tabel 35, diperoleh persentase tiap pemasok untuk memenuhi kebutuhan infrastruktur tiap pemasok IPST Asari. Kebutuhan infrastruktur bank sampah bagi warga yaitu 4 unit warga, industri 1 unit, dan nelayan 1 unit. Pembulatan pada unit bank sampah industri dan nelayan dilakukan untuk pengoptimalan sampah plastik yang dapat ditampung di bank sampah.

4.2.4 Material Flow Analysis Usulan Pengolahan Sampah Plastik IPST Asari

Pada Bab IV terdapat ilustrasi *material flow* eksisting IPST Asari. Selanjutnya akan dilakukan *material flow analysis* usulan IPST Asari untuk mengetahui jumlah sampah plastik yang dibutuhkan dalam pengelolaan sampah di IPST Asari agar mencapai target. Berikut merupakan *Material Flow Analysis* Usulan IPST Asari.

1. Menentukan Massa dan Konsentrasi Tiap Aliran Material IPST Asari

Langkah awal setelah mengidentifikasi aliran material IPST Asari ialah menentukan massa tiap aliran dan stok material. Penentuan massa aliran dimulai dari massa yang sudah diketahui. Berikut merupakan tahapan penentuan massa tiap aliran material sampah plastik IPST Asari.

a. Massa pada aliran sampah plastik *low value*

Jumlah sampah plastik *low value* usulan merupakan target yang ditentukan IPST Asari sebelumnya yaitu dengan frekuensi produksi BBM Plas dua kali dalam seminggu. Dengan jumlah sampah plastik yang dibutuhkan yaitu 100 kg dalam sekali produksi BBM Plas. Maka dalam 1 Tahun dibutuhkan sampah *low value* yaitu 10.400 kg/Tahun.

Setelah menentukan massa sampah plastik *low value* usulan, maka dapat dihitung massa tiap kategori sampah plastik *low value* menggunakan persentase sampah pada kondisi eksisting seperti pada tabel 36 sebagai berikut.

Tabel 38. Kebutuhan Sampah Plastik Low Value

	Total Sampah Low Value Eksisting			Total Sampah Low Value Usulan		
	Kantong Kresek & Kantong Bening (kg)	Sachet & Kemasan Aluminium Foil (kg)	Kantong Kemasan Lain (kg)	Kantong Kresek & Kantong Bening (kg)	Sachet & Kemasan Aluminium Foil (kg)	Kantong Kemasan Lain (kg)
Persentase	95%	3%	2%	95%	3%	2%
Jumlah Sampah	6328,7	178,3	141,7	9.899,5	278,9	221,6
Total Sampah	6648,7			10.400		

Contoh perhitungan:

$$\% \text{Kantong kemasan lain eksisting} = \frac{\text{Jumlah Kantong Kemasan Lain Eksisting}}{\text{Total Kantong Kemasan Lain Eksisting}}$$

$$\% \text{ Kantong kemasan lain eksisting} = \frac{141,7 \text{ kg}}{6648,7 \text{ kg}}$$

$$\% \text{ Kantong kemasan lain eksisting} = 0,02 \times 100$$

$$\% \text{ Kantong kemasan lain eksisting} = 2\%$$

$$\text{Jumlah kantong kemasan lain usulan} = \% \text{ Kantong kemasan lain eksisting} \\ \times \text{ Total sampah plastik usulan}$$

$$\text{Jumlah kantong kemasan lain usulan} = 2\% \times 10.400 \text{ kg}$$

$$\text{Jumlah kantong kemasan lain usulan} = 221,6 \text{ kg}$$

b. Massa sampah plastik *high value*

Tahapan selanjutnya yaitu menentukan jumlah sampah plastik *high value* untuk tiap kategori menggunakan persentase sampah pada kondisi eksisting seperti pada Tabel 37.

Tabel 39. Kebutuhan Sampah Plastik *High Value*

	Total Sampah <i>High Value</i> Eksisting		Total Sampah <i>High Value</i> Usulan	
	Botol & Gelas Minuman (kg)	Plastik lain (Kerasan,dll) (kg)	Botol & Gelas Minuman (kg)	Plastik lain (Kerasan,dll) (kg)
Persentase	60%	40%	60%	40%
Jumlah Sampah	306,6	202,8	497,6	317,2
Total Sampah	509,4		796,8	

Contoh perhitungan:

$$\% \text{ Plastik lain eksisting} = \frac{\text{Jumlah Plastik Lain Eksisting}}{\text{Total Plastik Lain Eksisting}}$$

$$\% \text{ Plastik lain eksisting} = \frac{202,8 \text{ kg}}{509,4 \text{ kg}}$$

$$\% \text{ Plastik lain eksisting} = 0,4 \times 100$$

$$\% \text{ Plastik lain eksisting} = 40\%$$

$$\text{Jumlah kantong kemasan lain usulan} = \% \text{ Plastik lain eksisting} \times \text{ Total} \\ \text{sampah plastik usulan}$$

$$\text{Jumlah kantong kemasan lain usulan} = 40\% \times 796,8 \text{ kg}$$

$$\text{Jumlah kantong kemasan lain usulan} = 316,2 \text{ kg}$$

c. Penentuan Massa Sampah Tiap Kategori

Tabel 40. Penentuan Massa Sampah Tiap Kategori MFA Usulan

	<i>High Value</i>		<i>Low Value</i>		
	Botol & Gelas Minuman (kg)	Plastik lain (kerasan,dll) (kg)	Kantong Kresek & Kantong Bening (kg)	Sachet & Kemasan Aluminium (kg)	Kantong Kemasan Lain (kg)
Total Kebutuhan Sampah Plastik (kg)			11.196,8		
Persentase Komposisi Sampah Plastik (%)	4%	3%	88%	3%	2%
Kebutuhan Sampah Plastik Berdasarkan Persentase (kg)	479,6	317,2	9.899,5	278,9	221,6
Total Sampah	796,8		10.400		

Contoh perhitungan kebutuhan sampah botol & gelas:

$$\text{Kebutuhan sampah botol \& gelas} = \text{Persentase komposisi botol \& gelas} \times \text{Total kebutuhan sampah plastik}$$

$$\text{Kebutuhan sampah botol \& gelas} = 4\% \times 11.196,8$$

$$\text{Kebutuhan sampah botol \& gelas} = 479,6 \text{ kg}$$

Berdasarkan hasil perhitungan massa tiap kategori sampah plastik yang diperoleh maka dapat di-*input* kedalam *Material Flow* usulan pengolahan sampah IPST Asari.

d. Penentuan Massa Pemasok Sampah IPST Asari

Tabel 41. Penentuan Massa Sampah Tiap Pemasok MFA Usulan

	Warga	Industri	Nelayan
Total Kebutuhan Sampah Plastik (kg)		11.196,8	
Persentase Komposisi Sampah Plastik (%)	87%	8%	5%
Kebutuhan Sampah Plastik Berdasarkan Persentase (kg)	9.741,2	895,7	559,8

Contoh perhitungan:

$$\text{Kebutuhan sampah plastik dari warga} = \frac{\% \text{Sampah plastik warga}}{\sum \text{Kebutuhan sampah plastik usulan}}$$

$$\text{Kebutuhan sampah plastik dari warga} = 87\% \times 11.196,8 \text{ kg}$$

$$\text{Kebutuhan sampah plastik dari warga} = 9.741,2 \text{ kg}$$

2. Penentuan *Balance of Goods Material Flow* Usulan Pengolahan Sampah IPST Asari

Balance of goods dilakukan apabila jumlah massa *input* tidak sama dengan *output* sehingga dibutuhkan perhitungan kembali sehingga memperoleh massa yang seimbang. Berikut ini perhitungan *balance of good* pada *material flow* usulan.

Contoh perhitungan *mass balance*:

$$\text{Input} = \text{Output}$$

$$\text{Sampah plastik masuk IPST} = \text{Sampah low value} + \text{Sampah high value}$$

$$\text{Warga} + \text{Industri} + \text{Nelayan} = \text{Sampah low value} + \text{Sampah high value}$$

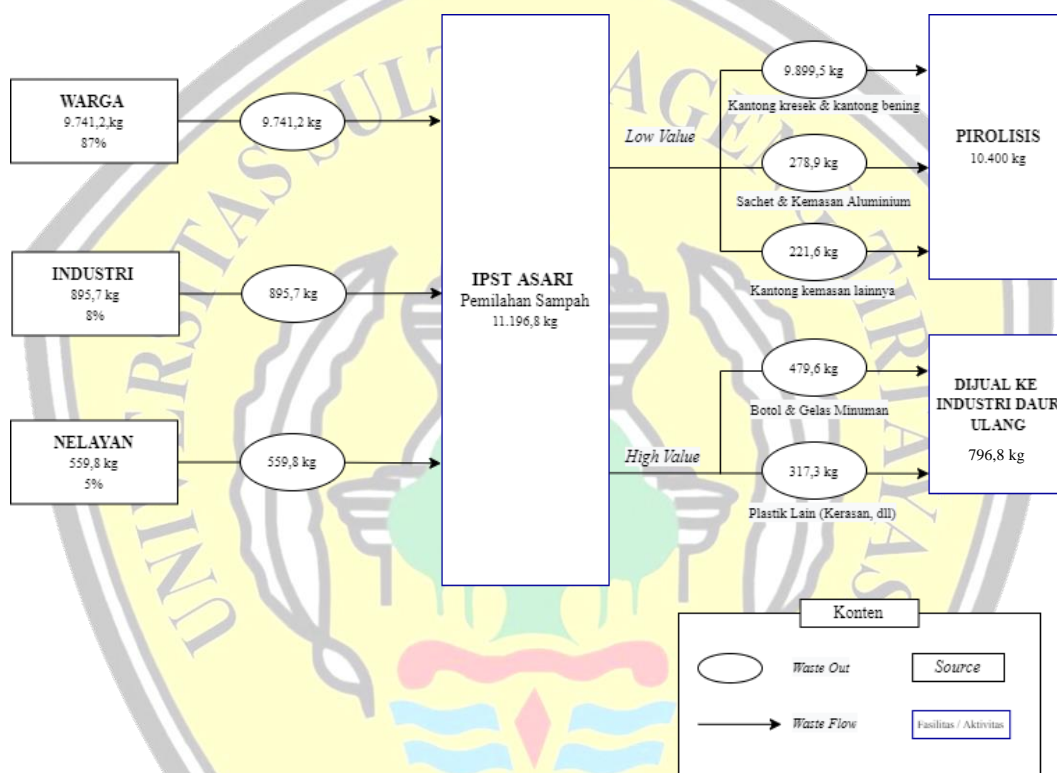
$$9.741,2 + 895,7 + 559,8 = 10.400 \text{ kg} + 796,8 \text{ kg}$$

$$11.196,8 \text{ kg} = 11.196,8 \text{ kg}$$

Berdasarkan hasil perhitungan keseimbangan massa dapat diperoleh jumlah pemenuhan kebutuhan sampah plastik usulan dalam setahun yaitu *low value* sebesar 10.400 kg dan 796,8 kg untuk sampah *high value*. Sehingga dapat dikatakan bahwa *material flow* usulan sementara sudah seimbang massanya.

3. Ilustrasi dan Implementasi *Material Flow Analysis* Pengolahan Sampah IPST Asari Usulan

Langkah terakhir dalam *Material Flow Analysis* yaitu membuat ilustrasi dan implementasi dari aliran material yang telah dihitung sebelumnya. Berikut merupakan *Material Flow Analysis* pengolahan sampah plastik di IPST Asari.



Gambar 10. *Material Flow Analysis* Usulan Pengolahan Sampah Plastik IPST Asari

Gambar 10 merupakan ilustrasi *Material Flow* usulan dalam pengolahan sampah di IPST Asari. *Material Flow Analysis* usulan dapat digambarkan dalam Gambar 10 menampilkan stok dan aliran pengolahan sampah plastik di IPST Asari. Asal pemasok, jumlah sampah, dan aliran sudah dapat digambarkan pada MFA Gambar 10.

4.2.5 Perbandingan Jumlah Sampah Plastik *Material Flow* Eksisting dan Usulan

Perbandingan jumlah sampah plastik yang masuk IPST Asari yang tergambar dalam *material flow* eksisting dan usulan dilakukan untuk menampilkan perbedaan jumlah sampah yang masuk pada masing-masing aliran sampah plastik seperti pada Tabel 40.

Tabel 42. Perbandingan Sampah Masuk *Material Flow* Eksisting & Usulan

	Eksisting (kg)	Usulan (kg)
Warga	1.663,6	9.741,2
Industri	5.474	895,7
Nelayan	20,5	559,8
Kantong kresek & kantong bening	6.328,7	9.899,5
Sachet & Kemasan Aluminium foil	178,3	278,9
Kantong Kemasan lainnya	141,7	221,6
Botol & Gelas Minuman	306,6	479,6
Plastik Lain (Kerasan)	202,8	317,3

Berdasarkan hasil perbandingan sampah masuk eksisting dan usulan pada Tabel 40 terdapat perbedaan sampah plastik yang masuk pada tiap aliran material sampah plastik. Terdapat peningkatan pada jumlah sampah plastik dari nelayan yang masuk pada saat eksisting dan usulan dengan jumlah sampah yaitu dari 20,5 kg menjadi 559,8 kg.

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Analisis Kondisi Eksisting *Material Flow* Pengolahan Sampah Plastik di IPST Asari

Pada kondisi eksisting sampah plastik dipasok dari warga, industri, dan nelayan. Sampah plastik yang dipasok dari warga pada kondisi eksisting sebesar 1663,6 kg (23,2%), industri memasok sebesar 5474 kg (76,5%), dan nelayan memasok sebanyak 20,5 kg (0,3%). Sampah plastik *low value* untuk kategori kantong kresek dan kresek bening diperoleh sebesar 6328,7 kg, kategori *sachet* dan kemasan aluminium foil sebesar 178,3 kg, dan kategori kantong kemasan lainnya sebesar 141,7 kg. Adapun untuk sampah plastik *high value* untuk kategori botol dan gelas minuman diperoleh sebesar 304,46 kg serta kategori plastik lain seperti kerasan diperoleh sebesar 202,8 kg. Jumlah sampah plastik yang masuk pada kondisi eksisting merupakan data jumlah sampah plastik masuk IPST Asari pada Tahun 2021. Total sampah plastik yang dipasok pada Tahun 2021 yaitu sebesar 7158,1 kg. Berdasarkan hasil wawancara dengan Pak Anam selaku penanggungjawab IPST Asari dari Chandra Asri, jumlah sampah masuk pada Tahun 2021 sudah mencapai target yang ditentukan yaitu 7000 kg sampah terkelola dalam setahun, baik sampah *low value* maupun *high value*.

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian Siregar (2018) yang menganalisis mengenai *Material Flow* di Bank Sampah Sicanang bahwa model MFA menampilkan dengan jelas alur dari aliran sampah anorganik yang masuk (*input*) sampai keluar (*output*). Seperti halnya yang dilakukan pada penelitian ini yaitu jumlah sampah plastik yang masuk dari pemasok sama dengan jumlah sampah yang diolah menjadi BBM Plas melalui proses pirolisis dan jumlah sampah yang dikirim ke industri daur ulang. Objek penelitian yang dilakukan Siregar (2018) yaitu sampah anorganik, berbeda dengan penelitian yang dilakukan saat ini dimana objek penelitian yaitu sampah plastik. Sehingga *material flow* yang dirancang menyesuaikan dengan objek yang diteliti yaitu sampah plastik.

5.2 Analisis Pembobotan *Analytic Network Process* Performa Pemasok Sampah Plastik

Pada *Analytic Network Process* pembobotan performa pemasok sampah plastik diperoleh 8 sub-kriteria. Bobot sub-kriteria yang memperoleh *rank* 1 yaitu sampah plastik bersih dengan bobot (*limit*) 0,134627. Bobot sub-kriteria dengan *rank* kedua yaitu sub-kriteria homogenitas sampah plastik dengan bobot 0,119334. *Rank* ketiga diperoleh sub-kriteria kapasitas tempat penyimpanan memadai dengan bobot 0,115911. *Rank* keempat diperoleh oleh sub-kriteria tempat penyimpanan sampah tertutup dengan bobot 0,097446. Bobot sub-kriteria dengan *rank* kelima yaitu sub-kriteria antusiasme dan kerjasama dengan bobot 0,096824. *Rank* keenam bobot sub-kriteria diperoleh sub-kriteria tingkat pemenuhan sampah plastik dengan bobot 0,087247. *Rank* ketujuh diperoleh sub-kriteria jarak dan waktu tempuh dengan bobot 0,068721. *Rank* kedelapan sub-kriteria kontinuitas pengiriman menduduki *rank* terakhir dengan bobot 0,068721. Dan *rank* kesembilan diperoleh oleh sub-kriteria mengetahui keberadaan IPST dengan bobot 0,030607.

Adapun untuk bobot alternatif pemasok sampah plastik, rangking pertama diperoleh warga sebagai pemasok dengan bobot (*limit*) yaitu 0,077501. Rangking kedua diperoleh industri sebagai pemasok dengan bobot yaitu 0,075648. Dan rangking ketiga diperoleh nelayan sebagai pemasok dengan bobot 0,041126. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Britania (2011) diperoleh bahwa hasil pembobotan sub-kriteria diurutkan dari bobot terbesar hingga terkecil. Sama halnya pada penelitian ini, pembobotan sub-kriteria diurutkan atau dirangkingkan berdasarkan bobot terbesar yaitu sub-kriteria kapasitas tempat penyimpanan memadai.

Adapun mengenai analisis pemilihan alternatif yang dilakukan oleh Britania (2011) diperoleh bahwa *ouput* dari fase pemilihan alternatif bukan urutan *supplier* berdasarkan performanya melainkan bobot kriteria *supplier*. Seperti dalam analisis yang dilakukan dalam penelitian ini, dimana pembobotan bukanlah hasil akhir dari performa alternatif pemasok sampah plastik, melainkan hasil pembobotan tersebut dipersentasekan kembali untuk menentukan kebutuhan kapasitas unit bank sampah yang didirikan tiap pemasok sampah plastik yaitu warga, industri, dan nelayan.

5.3 Analisis Kebutuhan Kapasitas Infrastruktur Pengolahan Sampah Plastik di IPST Asari

Berdasarkan hasil pengolahan data diperoleh kebutuhan infrastruktur bank sampah IPST Asari yaitu sebesar 4,3 unit atau 5 unit bank sampah. Pembagian kebutuhan infrastuktur tiap pemasok yaitu 2 unit bank sampah untuk warga, 2 unit bank sampah untuk industri, dan 1 unit bank sampah untuk nelayan. Pembagian unit dilakukan dengan menjadikan hasil pembobotan pada ANP menjadi presentase untuk kemudian ditentukan kebutuhan unit bank sampah bagi tiap pemasok sampah plastik IPST Asari. Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan unit diperoleh kebutuhan bank sampah yaitu 5 unit, sedangkan pada hasil perhitungan kebutuhan unit berdasarkan hasil bobot ANP diperoleh total kebutuhan bank sampah yaitu 6 unit. Hal tersebut terjadi dikarenakan kebutuhan unit pada pemasok indutri dan nelayan dilakukan pembulatan jumlah unit pada perhitungan untuk mengoptimalkan sampah plastik yang dapat ditampung pada bank sampah pemasok.

Penelitian yang dilakukan oleh Dobiki (2018) menyatakan bahwa kondisi eksisting tidak terlihat adanya sarana pengumpulan sampah sementara (TPS). Hal tersebut menyebabkan masyarakat membuang sampah di halaman rumah dan juga ada yang membuang langsung ke laut sehingga menyebabkan lingkungan tercemar. Berdasarkan standar nasional Indonesia SNI 3242 : 2008 seharusnya lingkungan pemukiman tersedia sarana pengumpulan sampah sementara (TPS). Dalam penelitian ini dilakukan analisis kebutuhan kapasitas bank sampah agar tersedianya sarana pengumpulan sampah pada pemasok. Pendirian bank sampah juga menurunkan potensi masyarakat untuk membuang sampah di halaman maupun ke laut karena tersedianya tempat penampungan berupa bank sampah. Sama halnya yang dilakukan pada penelitian ini, dimana pembangunan infrastruktur bank sampah dapat menjadi tempat pengumpulan sampah sementara yang kemudian akan dikirim ke IPST Asari. Dengan demikian, dapat mengurangi timbulan sampah plastik di TPA.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Sekarningrum (2017) menyatakan bahwa salah satu upaya untuk mengatasi masalah sampah yang ada di bantaran

Sungai Cikapundung adalah kolaborasi masyarakat dan organisasi sosial (Bank Sampah) di wilayah tersebut. Bank sampah sebagai organisasi sosial di wilayah tersebut, berperan sebagai inisiator untuk menggerakkan masyarakat dalam proses pengelolaan sampah. Selanjutnya, masyarakat yang merupakan produsen penghasil sampah, menjadi partisipan dalam proses pengolahan sampah dengan melakukan pemilahan sampah secara partisipatif. Oleh karena itu pembentukan bank sampah sebagai pemenuhan kebutuhan kapasitas infrastruktur IPST Asari pada tiap pemasok sesuai dengan tujuan awal IPST Asari yaitu mengedukasi masyarakat dalam pengelolaan sampah plastik. Melalui bank sampah, masyarakat dapat berperan aktif dalam pengelolaan sampah.

5.4 Analisis *Material Flow Analysis* Usulan Pemenuhan Kebutuhan Kapasitas Infrastruktur IPST Asari

Pada kondisi usulan sampah plastik dipasok dari 3 pemasok yaitu warga, industri, dan nelayan. Pemasok sampah plastik tidak berubah karena ketiga pemasok tersebut merupakan pemasok tetap IPST Asari. Sampah plastik yang dipasok dari warga pada kondisi usulan sebesar 9.741,2 kg (87%), industri memasok sebesar 895,7 kg (8%), dan nelayan memasok sebanyak 559,8 kg (5%). Sampah plastik *low value* untuk kategori kantong kresek dan kresek bening diperoleh sebesar 9.899,5 kg, kategori *sachet* dan kemasan aluminium foil sebesar 278,9 kg, dan kategori kantong kemasan lainnya sebesar 221,6 kg. Adapun untuk sampah plastik *high value* untuk kategori botol dan gelas minuman diperoleh sebesar 479,6 kg dan kategori plastik lain seperti kerasan diperoleh sebesar 317,3 kg. Jumlah sampah plastik yang masuk pada kondisi usulan didasarkan pada produksi rutin yang seharusnya dilakukan IPST Asari dalam memproduksi BBM Plas yaitu 2 kali seminggu dengan kebutuhan sampah plastik *low value* yaitu 100 kg per produksi. Sehingga dalam setahun dibutuhkan 10.400 kg sampah plastik *low value*. Sampah plastik *high value* jumlahnya menyesuaikan karena saat ini belum menjadi fokus bagi IPST mengirimkan sampah plastik *high value* ke industri daur ulang. Total sampah plastik yang harus dipasok pada kondisi usulan yaitu sebesar 11.196,8 kg. Dengan total sampah *low value* yaitu 10.400 dan sampah *high value* sebesar 509,4 kg.

Penelitian yang dilakukan oleh Siregar (2018) menganalisis skenario untuk mengetahui pengolahan yang terbaik dalam hal pemilahan sampah Bank Sampah Kota Medan dalam bentuk model diagram alir *Material Flow Analysis* (MFA) serta dapat mengurangi timbunan di TPA Kota Medan, selain itu untuk mengetahui model skenario yang tepat untuk kegiatan 3R. Melalui pendekatan penelitian tersebut, penelitian ini juga menganalisis skenario atau usulan untuk mengurangi timbunan sampah di masyarakat dengan cara pembangunan infrastruktur bank sampah pada tiap pemasok sampah plastik IPST Asari yang berbasis *circular economy*. Dapat dikatakan berbasis *circular economy* penerapan 5R yaitu *reduce*, *reuse*, *recycle*, *recovery*, dan *repair*. Penerapan *reduce* dilakukan IPST Asari dalam mengedukasi pemasok sampah plastik untuk mengurangi penggunaan sampah plastik sekali pakai. Konsep *reuse* dilakukan IPST Asari dengan menggunakan kembali sebagian kategori sampah *high value* seperti drum untuk penyimpanan hasil cacah sampah plastik *low value*. Penerapan *recycle* dilakukan pada proses pengolahan utama sampah plastik di IPST Asari yaitu pengolahan sampah plastik *low value* menjadi BBM Plas. *Recovery* dan *repair* diterapkan pada hasil residu pengolahan BBM Plas yang dilakukan dengan memanfaatkan residu menjadi RDF (*Refuse Derived Fuel*).

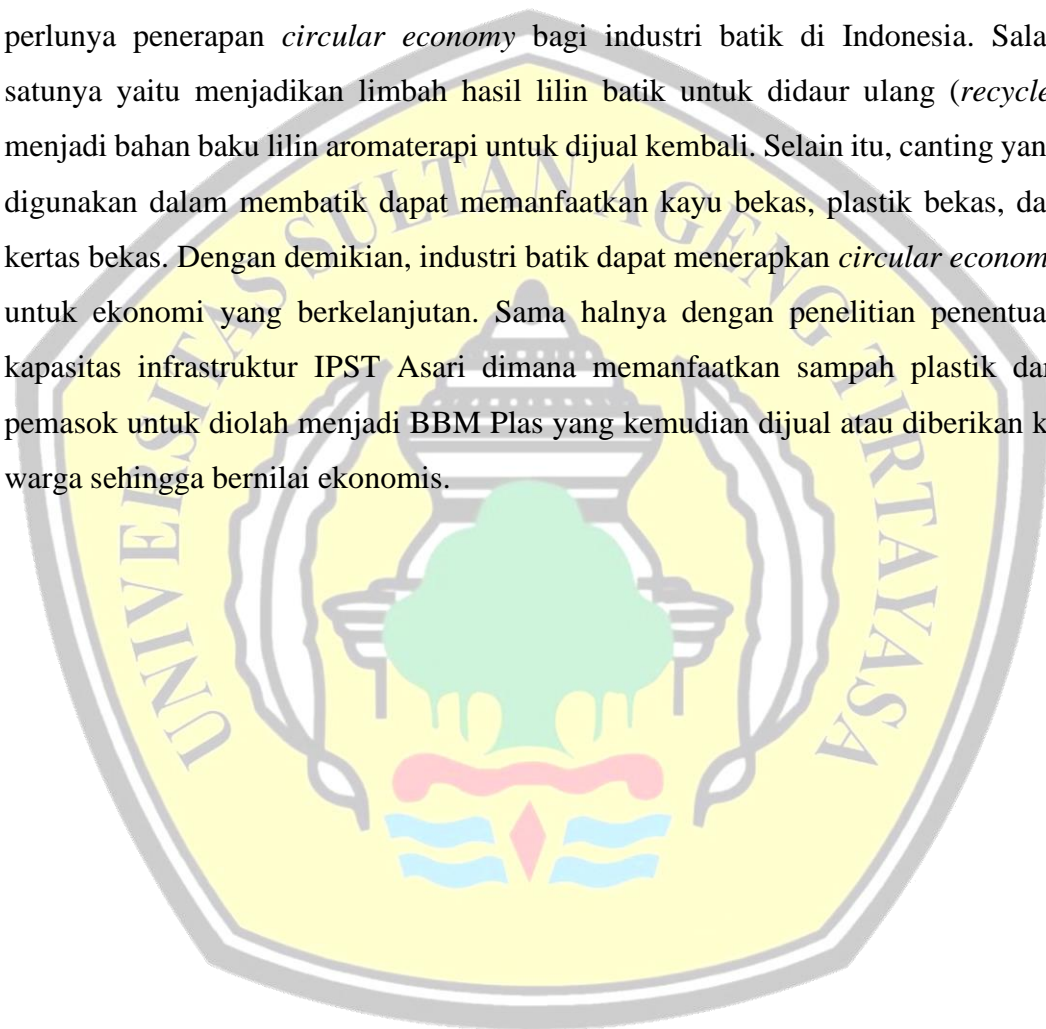
5.5 Analisis Penerapan *Circular Economy* di IPST Asari

IPST Asari menerapkan prinsip *circular economy* karena penerapan pengelolaan sampah plastik yang membentuk *circular*. Dimulai dari sampah yang datang dari pemasok akan diolah menjadi BBM Plas untuk sampah *low value* dan sampah *high value* akan dikirimkan ke industri daur ulang. Hasil pengolahan sampah plastik *low value* melalui proses pirolisis mengubah sampah plastik *low value* menjadi BBM Plas. BBM plas yang dihasilkan lalu dijual atau diberikan ke masyarakat sehingga membentuk suatu *circular economy* dimana terdapat *value economy* dalam penerapannya.

Saat ini *circular economy* banyak digunakan dalam penanganan *waste* di masyarakat. Seperti dalam penelitian yang dilakukan Dafi Dinansyah (2018) melakukan pengomposan dan penerapan bank sampah menjadi briket yang murah. Hasil dari briket tersebut dijual sehingga bernilai ekonomis. Masyarakat memanfaatkan limbah yang dihasilkan yang diubah menjadi briket yang bernilai

ekonomis. Dengan demikian, penerapan *economy circular* dilakukan sebagaimana pada penelitian kebutuhan kapasitas infrastruktur yang dilakukan di IPST Asari yang mengubah sampah plastik menjadi BBM Plas melalui proses pirolisis untuk dijual dan dibagikan ke warga.

Penelitian yang dilakukan oleh Lilin Indrayani (2021) mengenai penerapan konsep *circular economy* untuk mewujudkan industri batik yang berkelanjutan. Dalam penelitian yang dilakukan Lilin Indrayani (2021) menunjukkan bahwa perlunya penerapan *circular economy* bagi industri batik di Indonesia. Salah satunya yaitu menjadikan limbah hasil lilin batik untuk didaur ulang (*recycle*) menjadi bahan baku lilin aromaterapi untuk dijual kembali. Selain itu, canting yang digunakan dalam membatik dapat memanfaatkan kayu bekas, plastik bekas, dan kertas bekas. Dengan demikian, industri batik dapat menerapkan *circular economy* untuk ekonomi yang berkelanjutan. Sama halnya dengan penelitian penentuan kapasitas infrastruktur IPST Asari dimana memanfaatkan sampah plastik dari pemasok untuk diolah menjadi BBM Plas yang kemudian dijual atau diberikan ke warga sehingga bernilai ekonomis.



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis yang dilakukan pada bab 4 dan bab 5 diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. *Material Flow* eksisting menunjukkan stok dan aliran sampah plastik yang dipasok IPST Asari berasal dari warga sebesar 23,2% atau 1.663,6 kg, industri sebesar 76,5% atau 5.474 kg, dan nelayan sebesar 0,3% atau 20,5 kg. Sampah plastik *low value* untuk kategori kantong kresek dan kresek bening diperoleh sebesar 6328,7 kg; kategori *sachet* dan kemasan aluminium foil sebesar 178,3 kg; dan kategori kantong kemasan lainnya sebesar 141,7 kg. Adapun untuk sampah plastik *high value* untuk kategori botol dan gelas minuman diperoleh sebesar 306,6 kg dan kategori plastik lain seperti kerasan diperoleh sebesar 202,8 kg. Sehingga total sampah yang dapat dipasok pada kondisi eksisting yaitu sebesar 7.158,1 kg.
2. Hasil pembobotan ANP performa pemasok sampah plastik diperoleh alternatif tertinggi yaitu warga dengan bobot 0,78; industri dengan peringkat kedua dengan bobot 0,075648; dan nelayan dengan bobot terendah yaitu 0,041126. Adapun untuk sub-kriteria yang memperoleh *rank* 1 yaitu sampah plastik bersih dengan bobot (*limit*) 0,134627. Bobot sub-kriteria dengan *rank* kedua yaitu sub-kriteria homogenitas sampah plastik dengan bobot 0,119334. *Rank* ketiga diperoleh sub-kriteria kapasitas tempat penyimpanan memadai dengan bobot 0,115911. Hal tersebut menjadi prioritas sub-kriteria yang perlu diterapkan oleh pemasok untuk selanjutnya mendorong penerapan infrastruktur bank sampah sebagai sarana pengolahan sampah di masyarakat agar terarah dan dapat menghimpun sampah plastik yang belum terolah atau dibuang untuk disalurkan ke IPST Asari.

3. Kebutuhan kapasitas infrastruktur bank sampah yang dibutuhkan untuk dapat memenuhi kebutuhan sampah plastik dari pemasok yaitu sejumlah 6 unit bank sampah. Adapun kebutuhan infrastruktur bank sampah untuk tiap pemasok berdasarkan pembobotan diperoleh warga sebagai pemasok membutuhkan 4 unit bank sampah, industri sebanyak 1 unit bank sampah, dan nelayan sebanyak 1 unit bank sampah.
4. *Material Flow* usulan untuk memenuhi kebutuhan sampah plastic IPST Asari menunjukkan stok dan aliran sampah plastik yang dipasok IPST Asari berasal dari warga sebesar 87% atau 9.741,2 kg; industri sebesar 8% atau 895,7 kg; dan nelayan sebesar 5% atau 559,8 kg. Sampah plastik *low value* untuk kategori kantong kresek dan kresek bening diperoleh sebesar 9.899,5 kg; kategori *sachet* dan kemasan aluminium foil sebesar 278,9 kg; dan kategori kantong kemasan lainnya sebesar 221,6 kg. Adapun untuk sampah plastik *high value* untuk kategori botol dan gelas minuman diperoleh sebesar 479,6 kg dan kategori plastik lain seperti kerasan diperoleh sebesar 317,3 kg. Sehingga total sampah yang dapat dipasok pada kondisi usulan yaitu sebesar 11.196,8 kg.

6.2 Saran

Penelitian yang dilakukan tentu belum berjalan dengan sempurna. Oleh karena itu dilakukan evaluasi yang menghasilkan saran untuk penelitian kedepannya sebagai berikut:

1. Sebaiknya *brainstorming* antar *key person* dilakukan secara bersamaan dalam satu forum jika memungkinkan.
2. Penelitian selanjutnya dapat menerapkan metode lain seperti Promethee, DEA, Electre untuk mengukur bobot performa pemasok sampah plastik sebagai perbandingan dengan metode ANP.
3. Manajemen IPST Asari diharapkan dapat mengimplementasikan hasil penelitian ini untuk memenuhi kebutuhan sampah plastik IPST Asari.

DAFTAR PUSTAKA

- Alias, F., Ghani, L.A., Jamin, R.Md., Saat, S.A., Muhammad, Zikri., & Saputra, J. 2022. Recyclable Materials Flows In Municipal Solid Waste System In Terengganu : An Recyclable Materials Flows In Municipal Solid Waste System In Terengganu : An Application Of Material Flow Analysis. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Monterrey*. Hal 3174-3184.
- Amri, N. 2010. Sistem Penerapan Dan Pengolahan Persampahan di Kota Makassar. *Jurnal Arsitektur*. Hal 1–13.
- Anbumozhi, V. & Kimura, F. 2018. *Industry 4.0: Empowering ASEAN for the Circular Economy*, Economic Research Institute for ASEAN and East Asia. *Atmosphere Design*. Tokyo. ERIA.
- Ascarya. 2005. Analytic Network Process (ANP): Pendekatan Baru Studi Kualitatif. *Seminar Intern Program Magister Akuntansi*. Fakultas Ekonomi Universitas Trisakti. Hal. 23-24.
- Aydın, N. 2019. Katı Atık Yönetiminin Geliştirilmesinde Malzeme Akış Analizi: Ankara Örneği', *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*. *Journal of Natural Hazard and Environment*. Vol. 282 : 1–8.
- Beşkese, A., & Şakra,A. 2010. A Model Proposal For Supplier Selection In Automotive Industry. *14th International Research/Expert Conference Department of Industrial Engineering Bahçeşehir University*. Mediterranean September 2010. Hal 809–812.
- Britania, R. 2011. Penentuan Keputusan Pembelian Bahan Baku yang Optimal dengan Metode Analytic Network Process (ANP) dan Goal Programming. (*Skripsi*). Depok : Program Studi Teknik Industri Universitas Indonesia.
- Brunner, P. H. & Rechberger, H. 2016. *Practical Handbook of Material Flow*

Analysis. Florida. Lewis Publishers.

- Chan, F. T. S. Kumar, N., Tiwari, M. K., Lau, H. C.W., & Choy, K. L. 2008. Global supplier selection: A fuzzy-AHP approach. *International Journal of Production Research*. Vol 46 No. 14 : 3825–3857.
- Chandra, B. 2006. Pengantar Kesehatan Lingkungan. First Edition. Jakarta. Penerbit Buku EGC.
- D’Amato, D. & Korhonen, J. 2021. Integrating The Green Economy, Circular Economy And Bioeconomy In A Strategic Sustainability Framework. *Ecological Economics*. Vol 188 No 107143 :1-5.
- Darmawan, D. P. 2018. *Analytic Network Process : Untuk Pengambilan Keputusan Dalam Lingkungan Bisnis Yang Kompleks*. Yogyakarta. *Expert*.
- Deshpande, P., Philis, G., Brattebø, Helge, F., Annik. 2020. Using Material Flow Analysis (MFA) to Generate The Evidence On Plastic Waste Management from Commercial Fishing Gears in Norway. *Resources, Conservation & Recycling: X*. Vol 5 : 100024.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah.
- Dickson, G. W. 1966. An Analysis Of Vendor Selection Systems And Decisions. *Journal of Purchasing*. Vol 2 No 1 : 5–17.
- Dobiki, J. 2018. Analisis Ketersediaan Prasarana Persampahan di Pulau Kumo dan Pulau Kakara di Kabupaten Halmahera Utara. *Jurnal Spasial*. Vol 5 No 2 : 220-228.
- Ekawati, R., Trenggonowati, D. L. & Aditya, V. D. 2018. Penilaian Performa Supplier Menggunakan Pendekatan Analytic Network Process (ANP). *Journal Industrial Servicess*. Vol 3 No 2 : 152–158.
- Enyinda, C. I., Emeka, D.& Bell-Hanyes, J. 2010. A Model for Quantifying Strategic Supplier Selection : Evidence From a Generic Pharmaceutical Firm

- Supply Chain. *International Journal of Business, Marketing, and Decision Sciences*. Vol 3 No 2 : 25–44.
- Indrayani, L. 2021. Konsep Circular Economy Untuk Mewujudkan Industri Batik Yang Berkelanjutan. *Prosiding Seminar Nasional Industri Kerajinan dan Batik*. E03 : 1 - 9.
- Iqbal, M. & Suheri, T. 2019. Identifikasi Penerapan Konsep Zero Waste dan Circular Economy dalam Pengelolaan Sampah di Kampung Kota Kampung Cibunut, Kelurahan Kebon Pisang, Kota Bandung. *Jurnal Wilayah dan Kota*, Vol 6 No 2 : 12–20.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2020. Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional. [Cited: 30 Juni 2022]. Available from: URL: <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/public/data/timbulan>
- Khair, H., Siregar, I., & Rachman. 2019. Material Flow Analysis of Waste Bank Activities in Indonesia: Case Study of Medan City. *Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology* Vol 3 No 1 : 28–46.
- Korhonen, J., Honkasalo, A. & Seppälä, J. 2018. Circular Economy: The Concept and its Limitations. *Ecological Economics*. Vol 143 : 37–46.
- Kreith, F., Tchobanoglous, G. 2006. *Handbook of Solid Waste Management*. Second Edition. United States. Mc Graw Hill.
- Kristianto, A. H. & Nadapdap, J. P. 2021. Dinamika Sistem Ekonomi Sirkular Berbasis Masyarakat Metode Causal Loop Diagram Kota Bengkulu. *Sebatik*. Vol 25 No 1 : 59–67.
- Kullmann, F., Markewitz, P., Robinius, D., & Martin. 2021. Combining The Worlds of Energy Systems and Material Flow Analysis: A Review. *Energy, Sustainability and Society*. Vol 11 No 1 : 1–22.
- Montangero, A. 2015. *Material Flow Analysis :A Tool to Assess Material Flows for Environmental Sanitation Planning in Developing Countries*. Dübendor.

Eawag Aquatic Research.

- Mulasari, S. A. 2013. Hubungan Tingkat Pengetahuan Dan Sikap Terhadap Perilaku Masyarakat Dalam Mengolah Sampah di Dusun Padukuhan Desa Sidokarto Kecamatan Godean Kabupaten Sleman Yogyakarta. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (Journal of Public Health)*. Vol 6 No 3 : 209-210.
- Musyaffak, H., Astuti, R. & Effendi, M. 2013. Penilaian Kinerja Supplier Pakan Ternak Menggunakan Metode Analytic Network Process (ANP) dan Rating Scale (Studi Kasus PT DMC Malang- Jawa Timur) Performance Assessment of Feed Supplier Using Analytic Network Process (ANP) and Rating Scale Case S. *Jurnal Industri*. Vol 2 No 3 : 155-160.
- Nomor, V. & Dwiningsih, N. 2022. Pengenalan Ekonomi Sirkular (Circular Economy) Bagi Masyarakat Umum Empowerment. *Jurnal Pengabdian Masyarakat* . No 1 : 135–141.
- OECD. 2008. *Measuring Material Flows and Resource Productivity*. [Cited: 7 Juni 2022]. Available From: URL: <http://www.oecd.org/dataoecd/>
- Putri, A. R., Fujimori, T. & Takaoka, M. 2018. Plastic Waste Management In Jakarta, Indonesia: Evaluation Of Material Flow And Recycling Scheme. *Journal of Material Cycles and Waste Management*. Vol 20 No 4 : 2140–2149.
- Rimantho, D., Noor, E., Eriyatno, & Efendi, H.. 2019. Penilaian aliran limbah elektronika di DKI Jakarta menggunakan Material Flow Analysis (MFA). *Jurnal Ilmu Lingkungan*. Vol 17 No 1 : 120-127.
- Rusydiana, A. S. & Devi, A. 2013. *Analytic Network Process : Pengantar Teori dan Aplikasi*. Bogor. SMART Publishing.
- Saaty, T. L. 2015. Competitive Priorities And Knowledge Management: An Empirical Investigation of Manufacturing Companies in UAE. *Journal of Manufacturing Technology Management*. Vol 26 No 6 : 791–806.

- Sekarningrum, B., Yunita, D., & Sulastri, S. 2017. Pengembangan Bank Sampah Pada Masyarakat di Bantaran Sungai Cikapundung. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*. Vol 1 No 5 : 292-298.
- Sesa, L. A., Sitania, F. D. & Widada, D. 2021. Analisis pemilihan supplier bahan baku roti dengan metode ANP (Analytic Network Process) dan rating scale (studi kasus: roti gembong Kota Raja di Balikpapan). *Jurnal Optimalisasi/* Vol 7 No 1 : 35–47.
- Siregar, I. Y. 2018. Analisis Aliran Material Kegiatan Bank Sampah di Kota Medan (Studi Kasus : Sampah Berkah dan Bank Sampah). (*Skripsi*). Medan : Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Sumatera Utara.
- Sujarwo, Widyaningsih & Trisanti. 2014. Sampah Organik & Anorganik. Yogyakarta. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Tektas, A., & Aytekin, A. 2013. Supplier Selection in the International Environment: A Comparative Case of A Turkish and an Australian Company. *IBIMA Business Review*. Hal 1–14.
- Weber, C. A., Current, J. R. & Benton, W. C. 1991. Vendor Selection Criteria and Methods. *European Journal of Operational Research*. Vol 50 No 1 : 2–18.
- Wiradimadja, D. D. 2018. Circular Economy Practices In An Ecovillage (An Overview Of Circular Economy Practices In Bendungan Village, West Java, Indonesia). *Ensains Journal*. Vol 1 No 2 : 71–76.
- Yüksel, I. & Dağdeviren, M. 2007. Using the analytic network process (ANP) in A SWOT Analysis - A Case Study for A Textile Firm. *Information Sciences*. Vol 177 No 16 : 3364–3382.
- Yuliati, Y., Santosa, H., Setiyadi, S., & Suratno, L.. 2021. Prospek Bisnis Briket Daun Kering dalam Kegiatan Pendampingan dan Pemberdayaan Masyarakat Surabaya Menuju Ekonomi Sirkular. *Jurnal Ilmiah Pangabdhi*. Vol 7 No 2 : 99–104.

Zhang, Z. Z., Xue, Q.J., Liu, W.M., & Shen, W.C. 1997. Tribological properties of metal-plastic multilayer composites under oil lubricated conditions. *Wear*. Vol 210 No 1-2 : 195-203.





LAMPIRAN

Lampiran 1. Kuesioner *Analytics Network Process* Performa Pemasok Sampah IPST Asari

PENENTUAN PEMASOK SAMPAH PLASTIK IPST ASARI

Yth. Bapak/Ibu
Pengelola IPST Asari
Di Tempat

Dengan Hormat,

Saya Mufida Ainani Jauhar (3333180091) mahasiswa Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa sedang melakukan penelitian mengenai **“Penentuan Kebutuhan Kapasitas Infrastruktur Industri Pengolahan Sampah Terpadu (IPST) Asari Berbasis *Circular Economy*”**. Demi berjalannya penelitian ini, saya selaku peneliti memohon ketersediaan Bapak/Ibu untuk berpartisipasi dan meluangkan waktunya untuk mengisi kuesioner ANP yang telah saya buat.

Terimakasih atas waktu dan partisipasi Bapak/Ibu dalam membantu pelaksanaan penelitian ini.

Hormat Saya,



Mufida Ainani Jauhar

I. IDENTITAS RESPONDEN

Nama Responden :

Jabatan :

II. PETUNJUK PENGISIAN

Bapak/Ibu diminta untuk melakukan perbandingan antar tujuan, kriteria, sub kriteria dan alternatif pemasok sampah plastik IPST Asari. Perbandingan dilakukan dengan menentukan skala kepentingan dari tiap perbandingan seperti pada tabel berikut.

Tabel 1 Skala Numerik ANP

Nilai Numerik	Definisi	Keterangan
1	Sama penting	Dua aktivitas berpengaruh sama terhadap tujuan
3	Sedikit lebih penting	Satu aktivitas dinilai sedikit lebih berpengaruh dibandingkan aktivitas lainnya
5	Lebih penting	Satu aktivitas dinilai lebih berpengaruh dibandingkan aktivitas lainnya
7	Sangat lebih penting	Satu aktivitas dinilai sangat lebih berpengaruh dibandingkan aktivitas lainnya
9	Mutlak lebih penting	Satu aktivitas dinilai mutlak lebih berpengaruh dibandingkan aktivitas lainnya
2,4,6,8	Nilai tengah	Nilai yang berada diantara skala-skala diatas

Petunjuk: Bapak/Ibu diminta untuk memberikan penilaian terhadap setiap perbandingan berpasangan terhadap risiko dengan melingkari (**Silang**) pada kolom yang sesuai berdasarkan pengalaman, pengetahuan, dan intuisi Bapak/Ibu.

III. CONTOH PENGISIAN KUESIONER ANP

Bagaimana tingkat kepentingan jarak dan waktu tempuh terhadap goal
(pemasok sampah plastik terbaik)?

Sub-Kriteria	Skala Penilaian																	Sub-Kriteria
Jarak	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Waktu tempuh

Hasil pengisian kuesioner diatas menunjukkan bahwa jarak dan waktu tempuh sama penting terhadap goal.

IV. KETERKAITAN KEPENTINGAN ANTAR CLUSTER

A. Goal (Performa Pemasok Sampah Plastik)

Bagaimana tingkat kepentingan kriteria-kriteria dibawah ini terhadap goal
(pemasok sampah plastik)?

Kriteria	Skala Penilaian																	Kriteria
<i>Delivery</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Facility and Capacity</i>
<i>Delivery</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Quality</i>
<i>Delivery</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Responsiveness</i>
<i>Facility and Capacity</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Quality</i>
<i>Facility and Capacity</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Responsiveness</i>
<i>Quality</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Responsiveness</i>

B. Alternatif (Pemasok Sampah Plastik)

Bagaimana tingkat kepentingan kriteria-kriteria dibawah ini terhadap alternatif? (*supllier*)?

Kriteria	Skala Penilaian																	Kriteria
<i>Delivery</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Facility and Capacity</i>
<i>Delivery</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Quality</i>

<i>Delivery</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Responsiveness</i>
<i>Facility and Capacity</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Quality</i>
<i>Facility and Capacity</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Responsiveness</i>
<i>Quality</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Responsiveness</i>

C. Quality

Bagaimana tingkat kepentingan *cluster-cluster* dibawah ini terhadap *cluster quality*?

Kriteria	Skala Penilaian																	Kriteria
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Facility and Capacity</i>
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Quality</i>
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Responsiveness</i>
<i>Facility and Capacity</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Quality</i>
<i>Facility and Capacity</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Responsiveness</i>
<i>Quality</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Responsiveness</i>

D. Delivery

Bagaimana tingkat kepentingan *cluster-cluster* dibawah ini terhadap *cluster delivery*?

Kriteria	Skala Penilaian																	Kriteria
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Delivery</i>
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Facility and Capacity</i>
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Quality</i>
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Responsiveness</i>
<i>Delivery</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Facility and Capacity</i>
<i>Delivery</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Quality</i>
<i>Delivery</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Responsiveness</i>

<i>Facility and Capacity</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Quality</i>
<i>Facility and Capacity</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Responsiveness</i>
<i>Quality</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Responsiveness</i>

E. Responsiveness

Bagaimana tingkat kepentingan *cluster-cluster* dibawah ini terhadap *cluster responsiveness*?

Kriteria	Skala Penilaian																Kriteria	
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Delivery</i>
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Facility and Capacity</i>
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Quality</i>
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Responsiveness</i>
<i>Delivery</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Facility and Capacity</i>
<i>Delivery</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Quality</i>
<i>Delivery</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Responsiveness</i>
<i>Facility and Capacity</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Quality</i>
<i>Facility and Capacity</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Responsiveness</i>
<i>Quality</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Responsiveness</i>

F. Facility and Capacity

Bagaimana tingkat kepentingan *cluster-cluster* dibawah ini terhadap *cluster facility and capacity*?

Kriteria	Skala Penilaian																Kriteria	
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Delivery</i>
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Facility and Capacity</i>
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Quality</i>

Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Responsiveness</i>
<i>Delivery</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Fecility and Capacity</i>
<i>Delivery</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Quality</i>
<i>Delivery</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Responsiveness</i>
<i>Fecility and Capacity</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Quality</i>
<i>Fecility and Capacity</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Responsiveness</i>
<i>Quality</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Responsiveness</i>

V. KETERKAITAN ANTAR *NODE* TERHADAP *GOAL* (PEMASOK SAMPAH PLASTIK)

A. *Quality*

Bagaimana tingkat kepentingan homogenitas sampah plastik dan sampah plastik bersih terhadap *goal* (Pemasok sampah plastik)?

Sub-Kriteria	Skala Penilaian																	Sub-Kriteria
Homogenitas sampah plastik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Samoah plastik bersih

B. *Delivery*

Bagaimana tingkat kepentingan jarak & waktu dan kontinuitas pengiriman terhadap *goal* (Pemasok sampah plastik)?

Sub-Kriteria	Skala Penilaian																	Sub-Kriteria
Jarak dan Waktu	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kontinuitas pengiriman

C. *Responsiveness*

Bagaimana tingkat kepentingan antusiasme dan tingkat pemenuhan kuatitas terhadap *goal* (Pemasok sampah plastik)?

Sub-Kriteria	Skala Penilaian																	Sub-Kriteria
Antusiasme	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tingkat pemenuhan

D. Facility and Capacity

Bagaimana tingkat kepentingan kapasitas tempat memadai dan tempat penyimpanan tertutup terhadap *goal* (Pemasok sampah plastik)?

Sub-Kriteria	Skala Penilaian																Sub-Kriteria	
Kapasitas tempat memadai	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tempat penyimpanan tertutup

VI. KETERKAITAN ANTAR NODE TERHADAP SUB-KRITERIA HOMOGENITAS SAMPAH PLASTIK

A. Responsiveness

Bagaimana tingkat kepentingan antusiasme dan tingkat pemenuhan kualitas terhadap sub-kriteria homogenitas sampah plastik?

Sub-Kriteria	Skala Penilaian																Sub-Kriteria	
Antusiasme	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tingkat pemenuhan

B. Facility and Capacity

Bagaimana tingkat kepentingan kapasitas tempat memadai dan tempat penyimpanan tertutup terhadap sub-kriteria homogenitas sampah plastik?

Sub-Kriteria	Skala Penilaian																Sub-Kriteria	
Kapasitas tempat memadai	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tempat penyimpanan tertutup

C. Alternatif

Bagaimana tingkat performa pemasok (*supplier*) dibawah ini terhadap sub-kriteria homogenitas sampah plastik?

Alternatif	Skala Penilaian																Alternatif	
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Nelayan
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga
Nelayan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga

VII. KETERKAITAN ANTAR NODE TERHADAP SUB-KRITERIA SAMPAH PLASTIK BERSIH

A. Responsiveness

Bagaimana tingkat kepentingan antusiasme dan tingkat pemenuhan kuatitas terhadap sub-kriteria sampah plastik bersih?

Sub-Kriteria	Skala Penilaian																Sub-Kriteria	
Antusiasme	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tingkat pemenuhan

B. Facility and Capacity

Bagaimana tingkat kepentingan kapasitas tempat memadai dan tempat penyimpanan tertutup terhadap sub-kriteria sampah plastik bersih?

Sub-Kriteria	Skala Penilaian																Sub-Kriteria	
Kapasitas tempat memadai	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tempat penyimpanan tertutup

C. Alternatif

Bagaimana tingkat performa pemasok (*supplier*) dibawah ini terhadap sub-kriteria sampah plastik bersih?

Alternatif	Skala Penilaian																Alternatif	
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Nelayan
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga
Nelayan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga

VIII. KETERKAITAN ANTAR NODE TERHADAP SUB-KRITERIA JARAK DAN WAKTU TEMPUH

A. Responsiveness

Bagaimana tingkat kepentingan antusiasme dan tingkat pemenuhan kuatitas terhadap sub-kriteria jarak dan waktu tempuh?

Sub-Kriteria	Skala Penilaian																Sub-Kriteria	
Antusiasme	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tingkat pemenuhan

B. Facility and Capacity

Kapasitas tempat memadai	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tempat penyimpanan tertutup
--------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----------------------------

D. Alternatif

Bagaimana tingkat performa pemasok (*supplier*) dibawah ini terhadap sub-kriteria kontinuitas pengiriman?

Alternatif	Skala Penilaian																	Alternatif
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Nelayan
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga
Nelayan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga

X. KETERKAITAN ANTAR NODE TERHADAP SUB-KRITERIA ANTUSIASME

A. *Quality*

Bagaimana tingkat kepentingan homogenitas sampah plastik dan sampah plastik bersih terhadap sub-kriteria antusiasme?

Sub-Kriteria	Skala Penilaian																	Sub-Kriteria
Homogenitas sampah plastik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sampah plastik bersih

B. *Delivery*

Bagaimana tingkat kepentingan jarak & waktu tempuh dan kontinuitas pengiriman terhadap sub-kriteria antusiasme?

Sub-Kriteria	Skala Penilaian																	Sub-Kriteria
Jarak dan waktu tempuh	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kontinuitas pengiriman

C. *Facility and Capacity*

Bagaimana tingkat kepentingan kapasitas tempat memadai dan tempat penyimpanan tertutup terhadap sub-kriteria antusiasme?

Sub-Kriteria	Skala Penilaian																	Sub-Kriteria
Kapasitas tempat memadai	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tempat penyimpanan tertutup

D. Alternatif

Bagaimana tingkat performa pemasok (*supplier*) dibawah ini terhadap sub-kriteria antusiasme?

Alternatif	Skala Penilaian																Alternatif	
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Nelayan
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga
Nelayan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga

XI. KETERKAITAN ANTAR *NODE* TERHADAP SUB-KRITERIA TINGKAT PEMENUHAN JUMLAH SAMPAH

A. *Quality*

Bagaimana tingkat kepentingan homogenitas sampah plastik dan sampah plastik bersih terhadap sub-kriteria tingkat pemenuhan jumlah sampah ?

Sub-Kriteria	Skala Penilaian																Sub-Kriteria	
Homogenitas sampah plastik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sampah plastik bersih

B. *Delivery*

Bagaimana tingkat kepentingan antusiasme dan tingkat pemenuhan kualitas terhadap sub-kriteria tingkat pemenuhan jumlah sampah?

Sub-Kriteria	Skala Penilaian																Sub-Kriteria	
Jarak dan Waktu	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kontinuitas pengiriman

C. *Facility and Capacity*

Bagaimana tingkat kepentingan kapasitas tempat memadai dan tempat penyimpanan tertutup terhadap sub-kriteria tingkat pemenuhan jumlah sampah?

Sub-Kriteria	Skala Penilaian																Sub-Kriteria	
Kapasitas tempat memadai	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tempat penyimpanan tertutup

D. Alternatif

Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Nelayan
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga
Nelayan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga

XIII. KETERKAITAN ANTAR *NODE* TERHADAP SUB-KRITERIA TEMPAT PENYIMPANAN SAMPAH TERTUTUP

A. *Quality*

Bagaimana tingkat kepentingan homogenitas sampah plastik dan sampah plastik bersih terhadap sub-kriteria tempat penyimpanan sampah tertutup?

Sub-Kriteria	Skala Penilaian																Sub-Kriteria	
Homogenitas sampah plastik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sampah plastik bersih

B. *Responsiveness*

Bagaimana tingkat kepentingan antusiasme dan tingkat pemenuhan kualitas terhadap sub-kriteria tempat penyimpanan sampah tertutup?

Sub-Kriteria	Skala Penilaian																Sub-Kriteria	
Antusiasme	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tingkat pemenuhan

C. *Alternatif*

Bagaimana tingkat performa pemasok (*supplier*) dibawah ini terhadap sub-kriteria tempat penyimpanan sampah tertutup?

Alternatif	Skala Penilaian																Alternatif	
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Nelayan
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga
Nelayan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga

XIV. KETERKAITAN ANTAR *NODE* TERHADAP WARGA SEBAGAI PEMASOK

A. *Quality*

Bagaimana tingkat performa homogenitas sampah plastik dan sampah plastik bersih terhadap warga sebagai pemasok sampah plastik?

Sub-Kriteria	Skala Penilaian																Sub-Kriteria
--------------	-----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--------------

Homogenitas sampah plastik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sampah plastik bersih
----------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----------------------

B. *Delivery*

Bagaimana tingkat performa antusiasme dan tingkat pemenuhan kuatitas terhadap warga sebagai pemasok sampah plastik?

Sub-Kriteria	Skala Penilaian																Sub-Kriteria	
Jarak dan waktu tempuh	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kontinuitas pengiirman sampah

C. *Responsiveness*

Bagaimana tingkat performa antusiasme dan tingkat pemenuhan kuatitas terhadap warga sebagai pemasok sampah plastik?

Sub-Kriteria	Skala Penilaian																Sub-Kriteria	
Antusiasme	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tingkat pemenuhan

D. *Facility and Capacity*

Bagaimana tingkat performa kapasitas tempat memadai dan tempat penyimpanan tertutup terhadap warga sebagai pemasok sampah plastik?

Sub-Kriteria	Skala Penilaian																Sub-Kriteria	
Kapasitas tempat memadai	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tempat penyimpanan tertutup

XV. KETERKAITAN ANTAR *NODE* TERHADAP INDUSTRI SEBAGAI PEMASOK

A. *Quality*

Bagaimana tingkat performa homogenitas sampah plastik dan sampah plastik bersih terhadap industri sebagai pemasok sampah plastik?

Sub-Kriteria	Skala Penilaian																Sub-Kriteria	
Homogenitas sampah plastik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sampah plastik bersih

B. *Delivery*

Bagaimana tingkat performa antusiasme dan tingkat pemenuhan kuatitas terhadap industri sebagai pemasok sampah plastik?

Sub-Kriteria	Skala Penilaian																Sub-Kriteria	
Jarak dan waktu tempuh	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kontinuitas pengiriman sampah

C. Responsiveness

Bagaimana tingkat performa antusiasme dan tingkat pemenuhan kuatitas terhadap industri sebagai pemasok sampah plastik?

Sub-Kriteria	Skala Penilaian																Sub-Kriteria	
Antusiasme	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tingkat pemenuhan

D. Facility and Capacity

Bagaimana tingkat performa kapasitas tempat memadai dan tempat penyimpanan tertutup terhadap industri sebagai pemasok sampah plastik?

Sub-Kriteria	Skala Penilaian																Sub-Kriteria	
Kapasitas tempat memadai	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tempat penyimpanan tertutup

XVI. KETERKAITAN ANTAR NODE TERHADAP NELAYAN SEBAGAI PEMASOK

A. Quality

Bagaimana tingkat performa homogenitas sampah plastik dan sampah plastik bersih terhadap nelayan sebagai pemasok sampah plastik?

Sub-Kriteria	Skala Penilaian																Sub-Kriteria	
Homogenitas sampah plastik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sampah plastik bersih

B. Delivery

Bagaimana tingkat performa antusiasme dan tingkat pemenuhan kuatitas terhadap nelayan sebagai pemasok sampah plastik?

Sub-Kriteria	Skala Penilaian																Sub-Kriteria	
Jarak dan waktu tempuh	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kontinuitas pengiriman sampah

C. Responsiveness

Bagaimana tingkat performa antusiasme dan tingkat pemenuhan kuatitas terhadap nelayan sebagai pemasok sampah plastik?

Sub-Kriteria	Skala Penilaian																	Sub-Kriteria
Antusiasme	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tingkat pemenuhan

D. Facility and Capacity

Bagaimana tingkat performa kapasitas tempat memadai dan tempat penyimpanan tertutup terhadap nelayan sebagai pemasok sampah plastik?

Sub-Kriteria	Skala Penilaian																	Sub-Kriteria
Kapasitas tempat memadai	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tempat penyimpanan tertutup



Lampiran 2. Hasil Penilaian Kuesioner Tiap Responden

Keterangan :

A = *Quality*

B = *Delivery*

C = *Responsiveness*

D = *Facility and Capacity*

A1 = Sampah plastik bersih

A2 = Homogenitas sampah plastik

B1 = Jarak dan waktu tempuh

B2 = Kontinuitas pengiriman

C1 = Antusiasme dan kerjasama

C2 = Tingkat pemenuhan sampah

C3 = Mengetahui keberadaan IPST

D1 = Tempat penyimpanan memadai

D2 = Tempat penyimpanan sampah tertutup

Alt 1 = Warga

Alt 2 = Industri

Alt 3 = Nelayan

Responden 1

Goal-Kriteria																		
Komponen	Skor																	Komponen
B	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D
B	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
B	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C
D	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
D	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C
A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C

Alternatif-Kriteria																		
Komponen	Skor																	Komponen
B	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D
B	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
B	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C
D	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
D	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C
A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C

Quality-Cluster

Komponen	Skor																	Komponen
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C
D	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
D	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C
A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C

Delivery-Cluster

Komponen	Skor																	Komponen
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C
B	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D
B	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
B	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C
D	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
D	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C
A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C

Responsiveness-Cluster

Komponen	Skor																	Komponen
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C
B	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D
B	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
B	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C
D	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
D	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C
A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C

Facility & Capacity - Cluster

Komponen	Skor																	Komponen
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C

B	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D
B	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
B	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C
D	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
D	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C
A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C

Antar Node-Goal

Komponen	Skor																	Komponen
A1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A2
B1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B2
C1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C2
D1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D2

Antar Node-Sub Kriteria A1

Komponen	Skor																	Komponen
C1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C2
D1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D2
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Nelayan
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga
Nelayan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga

Antar Node-Sub Kriteria A2

Komponen	Skor																	Komponen
C1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C2
D1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D2
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Nelayan
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga
Nelayan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga

Antar Node-Sub Kriteria B1

Komponen	Skor																	Komponen
C1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C3
C1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C2
C3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C2
D1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D2
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Nelayan
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga
Nelayan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga

Antar Node-Sub Kriteria B2

Komponen	Skor																	Komponen
A1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A2
C1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C2
D1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D2
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Nelayan
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga
Nelayan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga

Antar Node-Sub Kriteria C1

Komponen	Skor																	Komponen
A1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A2
B1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B2
D1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D2
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Nelayan
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga
Nelayan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga

Antar Node-Sub Kriteria C2

Komponen	Skor																	Komponen
A1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A2
B1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B2
D1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D2
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Nelayan
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga
Nelayan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga

Antar Node-Sub Kriteria C3

Komponen	Skor																	Komponen
B1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B2
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Nelayan
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga
Nelayan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga

Antar Node-Sub Kriteria D1

Komponen	Skor																	Komponen
A1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A2
B1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B2
C1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C2
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Nelayan

Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga
Nelayan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga

Antar Node-Sub Kriteria D2

Komponen	Skor																	Komponen
A1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A2
B1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B2
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Nelayan
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga
Nelayan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga

Antar Node - Alternatif Warga

Komponen	Skor																	Komponen
A1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A2
B1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B2
C1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C3
C1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C2
C3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C2
D1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D2

Antar Node - Alternatif Industri

Komponen	Skor																	Komponen
A1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A2
B1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B2
C1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C3
C1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C2
C3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C2
D1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D2

Antar Node - Alternatif Nelayan

Komponen	Skor																	Komponen
A1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A2
B1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B2
C1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C3
C1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C2
C3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C2
D1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D2

Responden 2

<i>Goal-Kriteria</i>																		
Komponen	Skor																	Komponen
B	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D
B	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
B	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C
D	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
D	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C
A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C

<i>Alternatif-Kriteria</i>																		
Komponen	Skor																	Komponen
B	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D
B	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
B	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C
D	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
D	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C
A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C

<i>Quality-Cluster</i>																		
Komponen	Skor																	Komponen
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C
D	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
D	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C
A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C

<i>Delivery-Cluster</i>																		
Komponen	Skor																	Komponen
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C
B	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D
B	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
B	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C
D	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
D	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C
A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C

Responsiveness-Cluster

Komponen	Skor																Komponen	
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C
B	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D
B	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
B	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C
D	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
D	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C
A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C

Facility & Capacity - Cluster

Komponen	Skor																Komponen	
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C
B	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D
B	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
B	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C
D	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
D	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C
A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C

Antar Node-Goal

Komponen	Skor																Komponen	
A1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A2
B1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B2
C1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C2
D1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D2

Antar Node-Sub Kriteria A1

Komponen	Skor																Komponen	
C1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C2
D1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D2
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Nelayan
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga

Nelayan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga
---------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------

Antar Node-Sub Kriteria A2

Komponen	Skor																Komponen	
C1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C2
D1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D2
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Nelayan
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga
Nelayan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga

Antar Node-Sub Kriteria B1

Komponen	Skor																Komponen	
C1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C3
C1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C2
C3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C2
D1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D2
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Nelayan
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga
Nelayan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga

Antar Node-Sub Kriteria B2

Komponen	Skor																Komponen	
A1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A2
C1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C2
D1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D2
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Nelayan
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga
Nelayan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga

Antar Node-Sub Kriteria C1

Komponen	Skor																Komponen	
A1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A2
B1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B2
D1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D2
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Nelayan
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga
Nelayan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga

Antar Node-Sub Kriteria C2

Komponen	Skor																Komponen	
A1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A2
B1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B2
D1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D2
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Nelayan
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga
Nelayan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga

Antar Node-Sub Kriteria C3

Komponen	Skor																Komponen	
B1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B2
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Nelayan
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga
Nelayan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga

Antar Node-Sub Kriteria D1

Komponen	Skor																Komponen	
A1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A2
B1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B2
C1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C2
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Nelayan
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga
Nelayan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga

Antar Node-Sub Kriteria D2

Komponen	Skor																Komponen	
A1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A2
B1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B2
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Nelayan
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga
Nelayan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga

Antar Node - Alternatif Warga

Komponen	Skor																Komponen	
A1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A2
B1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B2
C1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C3
C1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C2
C3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C2

D1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D2
----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Antar Node - Alternatif Industri

Komponen	Skor																Komponen	
A1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A2
B1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B2
C1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C3
C1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C2
C3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C2
D1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D2

Antar Node - Alternatif Nelayan

Komponen	Skor																Komponen	
A1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A2
B1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B2
C1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C3
C1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C2
C3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C2
D1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D2

Responden 3

Goal-Kriteria

Komponen	Skor																Komponen	
B	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D
B	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
B	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C
D	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
D	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C
A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C

Alternatif-Kriteria

Komponen	Skor																Komponen	
B	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D
B	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
B	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C
D	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
D	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C
A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C

Quality-Cluster

Komponen	Skor																	Komponen
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C
D	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
D	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C
A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C

Delivery-Cluster

Komponen	Skor																	Komponen
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C
B	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D
B	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
B	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C
D	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
D	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C
A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C

Responsiveness-Cluster

Komponen	Skor																	Komponen
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C
B	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D
B	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
B	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C
D	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
D	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C
A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C

Facility & Capacity - Cluster

Komponen	Skor																	Komponen
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C

B	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D
B	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
B	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C
D	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
D	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C
A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C

Antar Node-Goal

Komponen	Skor																	Komponen
A1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A2
B1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B2
C1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C2
D1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D2

Antar Node-Sub Kriteria A1

Komponen	Skor																	Komponen
C1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C2
D1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D2
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Nelayan
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga
Nelayan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga

Antar Node-Sub Kriteria A2

Komponen	Skor																	Komponen
C1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C2
D1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D2
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Nelayan
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga
Nelayan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga

Antar Node-Sub Kriteria B1

Komponen	Skor																	Komponen
C1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C3
C1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C2
C3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C2
D1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D2
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Nelayan
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga
Nelayan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga

Antar Node-Sub Kriteria B2

Komponen	Skor																Komponen	
A1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A2
C1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C2
D1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D2
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Nelayan
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga
Nelayan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga

Antar Node-Sub Kriteria C1

Komponen	Skor																Komponen	
A1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A2
B1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B2
D1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D2
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Nelayan
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga
Nelayan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga

Antar Node-Sub Kriteria C2

Komponen	Skor																Komponen	
A1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A2
B1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B2
D1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D2
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Nelayan
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga
Nelayan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga

Antar Node-Sub Kriteria C3

Komponen	Skor																Komponen	
B1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B2
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Nelayan
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga
Nelayan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga

Antar Node-Sub Kriteria D1

Komponen	Skor																Komponen	
A1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A2
B1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B2
C1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C2
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Nelayan

Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga
Nelayan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga

Antar Node-Sub Kriteria D2

Komponen	Skor																	Komponen
A1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A2
B1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B2
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Nelayan
Industri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga
Nelayan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Warga

Antar Node - Alternatif Warga

Komponen	Skor																	Komponen
A1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A2
B1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B2
C1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C3
C1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C2
C3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C2
D1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D2

Antar Node - Alternatif Industri

Komponen	Skor																	Komponen
A1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A2
B1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B2
C1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C3
C1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C2
C3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C2
D1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D2

Antar Node - Alternatif Nelayan

Komponen	Skor																	Komponen
A1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A2
B1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B2
C1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C3
C1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C2
C3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C2
D1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D2

Lampiran 3. Perhitungan ANP dengan Microsoft Excel

Keterkaitan Antar *Cluster Goal* – Kriteria

Antar Kriteria

KRITERIA		EXPERT			GEOMETRIC MEAN
		Pak Anam	Pak Murat	Pak Syahrul	
B	D	2,00	0,50	1,00	1,00
	A	0,50	1,00	1,00	0,79
	C	0,50	2,00	3,00	1,44
D	A	3,00	1,00	2,00	1,82
	C	0,33	1,00	2,00	0,87
A	C	2,00	1,00	2,00	1,59

Matriks Perbandingan Berpasangan

Kriteria	A	B	C	D
A	1,00	0,79	1,59	1,82
B	1,26	1,00	1,44	1,00
C	0,63	0,69	1,00	0,87
D	0,55	1,00	1,14	1,00
Total	3,44	3,49	5,17	4,69

Normalisasi Matriks

Kriteria	A	B	C	D	Total	Eigenvector
A	0,29	0,23	0,31	0,39	1,21	0,303116
B	0,37	0,29	0,28	0,21	1,14	0,286232
C	0,18	0,20	0,19	0,19	0,76	0,190363
D	0,16	0,29	0,22	0,21	0,88	0,220289

Lamda Max

4,059

CI

0,020

CR

0,022

$0,022 < 0,1$ maka **KONSISTEN**

Keterkaitan Antar Cluster Alternatif - Kriteria

Antar Kriteria

KRITERIA		EXPERT			GEOMETRIC MEAN
		Pak Anam	Pak Murat	Pak Syahrul	
B	D	0,33	2,00	1,00	0,87
	A	0,25	1,00	2,00	0,79
	C	3,00	2,00	0,50	1,44
D	A	3,00	1,00	2,00	1,82
	C	2,00	2,00	0,50	1,26
A	C	3,00	1,00	3,00	2,08

Matriks Perbandingan Berpasangan

Kriteria	A	B	C	D
A	1,00	1,26	2,08	0,55
B	0,79	1,00	1,44	0,87
C	0,48	0,79	1,00	0,79
D	1,82	1,14	1,26	1,00
Total	4,09	4,20	5,78	3,22

Normalisasi Matriks

Kriteria	A	B	C	D	Total	Eigenvector
A	0,24	0,30	0,36	0,17	1,08	0,268819
B	0,19	0,24	0,25	0,27	0,95	0,238275
C	0,12	0,19	0,17	0,25	0,73	0,181542
D	0,44	0,27	0,22	0,31	1,25	0,311364

Lamda Max

4,152

CI

0,051

CR

0,056

$0,056 < 0,1$ maka **KONSISTEN**

Keterkaitan Antar Cluster Quality – Tiap Cluster

Antar Kriteria

KRITERIA		EXPERT			GEOMETRIC MEAN
		Pak Anam	Pak Murat	Pak Syahrul	
D	A	2,00	2,00	1,00	1,59
	C	1,00	1,00	0,50	0,79
A	C	2,00	2,00	1,00	1,59

Matriks Perbandingan Berpasangan

Kriteria	A	C	D	Alt
A	1,00	1,59	0,63	0,44
C	0,63	1,00	1,26	0,79
D	1,59	0,79	1,00	0,87
Alt	2,29	1,26	1,14	1,00
Total	5,51	4,64	4,03	3,10

Normalisasi Matriks

Kriteria	A	C	D	Alt	Total	Eigenvector
A	0,18	0,34	0,16	0,14	0,82	0,205121
C	0,11	0,22	0,31	0,26	0,90	0,224461
D	0,29	0,17	0,25	0,28	0,99	0,247142
Alt	0,42	0,27	0,28	0,32	1,29	0,323276

Lamda Max

4,17

CI

0,06

CR

0,06

$0,006 < 0,1$ maka **KONSISTEN**

Keterkaitan Antar Cluster Delivery – Tiap Cluster

Antar Kriteria

KRITERIA		EXPERT			GEOMETRIC MEAN
		Pak Anam	Pak Murat	Pak Syahrul	
B	D	2,00	2,00	1,00	1,59
	A	0,33	1,00	1,00	0,69
	C	1,00	0,50	2,00	1,00
D	A	2,00	2,00	1,00	1,59
	C	1,00	1,00	0,50	0,79
A	C	2,00	2,00	1,00	1,59

Matriks Perbandingan Berpasangan

Kriteria	A	B	C	D	Alt
A	1,00	1,44	1,59	0,63	0,63
B	0,69	1,00	1,00	0,63	0,63
C	0,63	1,00	1,00	1,26	1,26
D	1,59	0,63	0,79	1,00	0,69
Alt	1,59	1,59	0,79	1,44	1,00
Total	5,50	5,66	5,17	4,96	4,21

Normalisasi Matriks

Kriteria	A	B	C	D	Alt	Total	Eigenvector
A	0,18	0,25	0,31	0,13	0,15	1,02	0,203989
B	0,13	0,18	0,19	0,13	0,15	0,77	0,154504
C	0,11	0,18	0,19	0,25	0,30	1,04	0,207492
D	0,29	0,11	0,15	0,20	0,16	0,92	0,1839
Alt	0,29	0,28	0,15	0,29	0,24	1,25	0,250115

Lamda Max

5,036

CI

0,009

CR

0,008

$0,008 < 0,1$ maka **KONSISTEN**

Keterkaitan Antar Cluster Responsiveness – Tiap Cluster

Antar Kriteria

KRITERIA		EXPERT			GEOMETRIC MEAN
		Pak Anam	Pak Murat	Pak Syahrul	
B	D	2,00	3,00	3,00	2,62
	A	3,00	2,00	3,00	2,62
	C	1,00	2,00	2,00	1,59
D	A	3,00	3,00	2,00	2,62
	C	1,00	0,50	3,00	1,14
A	C	3,00	3,00	1,00	2,08

Matriks Perbandingan Berpasangan

Kriteria	A	B	C	D	Alt
A	1,00	0,38	2,08	0,38	0,44
B	2,62	1,00	1,59	0,38	0,55
C	0,48	0,63	1,00	0,87	0,55
D	2,62	0,38	1,14	1,00	0,44
Alt	2,29	1,82	1,82	2,29	1,00
Total	9,01	4,21	7,63	4,93	2,97

Normalisasi Matriks

Kriteria	A	B	C	D	Alt	Total	Eigenvector
A	0,11	0,09	0,27	0,08	0,15	0,70	0,139711
B	0,29	0,24	0,21	0,08	0,19	1,00	0,199778
C	0,05	0,15	0,13	0,18	0,19	0,70	0,139283
D	0,29	0,09	0,15	0,20	0,15	0,88	0,176269
Alt	0,25	0,43	0,24	0,46	0,34	1,72	0,344959

Lamda Max

5,057

CI

0,014

CR

0,013

$0,013 < 0,1$ maka **KONSISTEN**

Keterkaitan Antar Cluster Facility & Capacity – Tiap Cluster

Antar Kriteria

KRITERIA		EXPERT			GEOMETRIC MEAN
		Pak Anam	Pak Murat	Pak Syahrul	
B	D	1,00	1,00	0,50	0,79
	A	2,00	3,00	1,00	1,82
	C	0,50	1,00	1,00	0,79
D	A	3,00	3,00	2,00	2,62
	C	1,00	2,00	2,00	1,59
A	C	0,50	1,00	1,00	0,79

Matriks Perbandingan Berpasangan

Kriteria	A	B	C	D	Alt
A	1,00	0,55	0,79	0,38	0,55
B	1,82	1,00	0,79	0,38	0,55
C	1,26	1,26	1,00	0,63	1,26
D	2,62	1,26	1,59	1,00	0,63
Alt	1,82	1,82	0,79	1,59	1,00
Total	8,51	5,89	4,97	3,98	3,99

Normalisasi Matriks

Kriteria	A	B	C	D	Alt	Total	Eigenvector
A	0,12	0,09	0,16	0,10	0,14	0,60	0,120886
B	0,21	0,17	0,16	0,10	0,14	0,78	0,155355
C	0,15	0,21	0,20	0,16	0,32	1,04	0,207446
D	0,31	0,21	0,32	0,25	0,16	1,25	0,250074
Alt	0,21	0,31	0,16	0,40	0,25	1,33	0,266238

Lamda Max

5,033

CI

0,008

CR

0,007

$0,007 < 0,1$ maka **KONSISTEN**

Keterkaitan Antar Node – Sub-Kriteria A1

Antar Kriteria

KRITERIA		EXPERT			GEOMETRIC MEAN
		Pak Anam	Pak Murat	Pak Syahrul	
Industri	Nelayan	2,00	3,00	1,00	1,82
	Warga	3,00	2,00	1,00	1,82
Nelayan	Warga	3,00	3,00	2,00	2,62

Matriks Perbandingan Berpasangan

Kriteria	Industri	Warga	Nelayan
Industri	1,00	1,00	1,82
Warga	1,00	1,00	0,79
Nelayan	0,55	1,26	1,00
Total	2,55	3,26	3,61

Normalisasi Matriks

Kriteria	Industri	Warga	Nelayan	Total	Eigenvector
Industri	0,39	0,31	0,50	1,20	0,400702
Warga	0,39	0,31	0,22	0,92	0,306225
Nelayan	0,22	0,39	0,28	0,88	0,293073

Lamda Max 3,078

CI 0,039

CR 0,068

$0,068 < 0,1$ maka **KONSISTEN**

Keterkaitan Antar *Node* – Sub-Kriteria A2

Antar Kriteria

KRITERIA		EXPERT			GEOMETRIC MEAN
		Pak Anam	Pak Murat	Pak Syahrul	
Industri	Nelayan	2,00	3,00	3,00	2,62
	Warga	2,00	3,00	2,00	2,29
Nelayan	Warga	0,50	2,00	3,00	1,44

Matriks Perbandingan Berpasangan

Kriteria	Industri	Warga	Nelayan
Industri	1,00	2,29	2,62
Warga	0,44	1,00	0,69
Nelayan	0,38	1,44	1,00
Total	1,82	4,73	4,31

Normalisasi Matriks

Kriteria	Industri	Warga	Nelayan	Total	Eigenvector
Industri	0,55	0,48	0,61	1,64	0,547093
Warga	0,24	0,21	0,16	0,61	0,204091
Nelayan	0,21	0,30	0,23	0,75	0,248816

Lamda Max 3,034

CI 0,017

CR 0,029

$0,029 < 0,1$ maka **KONSISTEN**

Keterkaitan Antar Node – Sub-Kriteria B1

Antar Kriteria

KRITERIA		EXPERT			GEOMETRIC MEAN
		Pak Anam	Pak Murat	Pak Syahrul	
Industri	Nelayan	2,00	2,00	1,00	1,59
	Warga	3,00	4,00	1,00	2,29
Nelayan	Warga	4,00	4,00	2,00	3,17

Matriks Perbandingan Berpasangan

Kriteria	Industri	Warga	Nelayan
Industri	1,00	2,29	1,59
Warga	0,44	1,00	0,31
Nelayan	0,63	3,17	1,00
Total	2,07	6,46	2,90

Normalisasi Matriks

Kriteria	Industri	Warga	Nelayan	Total	Eigenvector
Industri	0,48	0,35	0,55	1,38	0,46165
Warga	0,21	0,15	0,11	0,47	0,158188
Nelayan	0,30	0,49	0,34	1,14	0,380162

Lamda Max 3,080

CI 0,040

CR 0,069

$0,069 < 0,1$ maka **KONSISTEN**

Keterkaitan Antar *Node* – Sub-Kriteria B2

Antar Kriteria

KRITERIA		EXPERT			GEOMETRIC MEAN
		Pak Anam	Pak Murat	Pak Syahrul	
Industri	Nelayan	2,00	2,00	1,00	1,59
	Warga	4,00	3,00	2,00	2,88
Nelayan	Warga	5,00	3,00	3,00	3,56

Matriks Perbandingan Berpasangan

Kriteria	Industri	Warga	Nelayan
Industri	1,00	2,88	1,59
Warga	0,35	1,00	0,28
Nelayan	0,63	3,56	1,00
Total	1,98	7,44	2,87

Normalisasi Matriks

Kriteria	Industri	Warga	Nelayan	Total	Eigenvector
Industri	0,51	0,39	0,55	1,45	0,482307
Warga	0,18	0,13	0,10	0,41	0,135927
Nelayan	0,32	0,48	0,35	1,15	0,381766

Lamda Max 3,060

CI 0,030

CR 0,052

$0,052 < 0,1$ maka **KONSISTEN**

Keterkaitan Antar Node – Sub-Kriteria C1

Antar Kriteria

KRITERIA		EXPERT			GEOMETRIC MEAN
		Pak Anam	Pak Murat	Pak Syahrul	
Industri	Nelayan	1,00	2,00	3,00	1,82
	Warga	1,00	1,00	0,50	0,79
Nelayan	Warga	0,50	1,00	2,00	1,00

Matriks Perbandingan Berpasangan

Kriteria	Industri	Warga	Nelayan
Industri	1,00	0,79	1,82
Warga	1,26	1,00	1,00
Nelayan	0,55	1,00	1,00
Total	2,81	2,79	3,82

Normalisasi Matriks

Kriteria	Industri	Warga	Nelayan	Total	Eigenvector
Industri	0,36	0,28	0,48	1,12	0,371997
Warga	0,45	0,36	0,26	1,07	0,356086
Nelayan	0,20	0,36	0,26	0,82	0,271918

Lamda Max

3,078

CI

0,039

CR

0,067

$0,067 < 0,1$ maka **KONSISTEN**

Keterkaitan Antar Node – Sub-Kriteria C2

Antar Kriteria

KRITERIA		EXPERT			GEOMETRIC MEAN
		Pak Anam	Pak Murat	Pak Syahrul	
Industri	Nelayan	2,00	1,00	1,00	1,26
	Warga	1,00	0,50	1,00	0,79
Nelayan	Warga	2,00	1,00	2,00	1,59

Matriks Perbandingan Berpasangan

Kriteria	Industri	Warga	Nelayan
Industri	1,00	0,79	1,26
Warga	1,26	1,00	0,63
Nelayan	0,79	1,59	1,00
Total	3,05	3,38	2,89

Normalisasi Matriks

Kriteria	Industri	Warga	Nelayan	Total	Eigenvector
Industri	0,33	0,23	0,44	1,00	0,332734
Warga	0,41	0,30	0,22	0,93	0,308783
Nelayan	0,26	0,47	0,35	1,08	0,358483

Lamda Max 3,096

CI 0,048

CR 0,083

$0,083 < 0,1$ maka **KONSISTEN**

Keterkaitan Antar Node – Sub-Kriteria C3

Antar Kriteria

KRITERIA		EXPERT			GEOMETRIC MEAN
		Pak Anam	Pak Murat	Pak Syahrul	
Industri	Nelayan	0,50	3,00	2,00	1,44
	Warga	3,00	2,00	2,00	2,29
Nelayan	Warga	2,00	1,00	3,00	1,82

Matriks Perbandingan Berpasangan

Kriteria	Industri	Warga	Nelayan
Industri	1,00	2,29	1,44
Warga	0,44	1,00	0,55
Nelayan	0,69	1,82	1,00
Total	2,13	5,11	2,99

Normalisasi Matriks

Kriteria	Industri	Warga	Nelayan	Total	Eigenvector
Industri	0,47	0,45	0,48	1,40	0,466575
Warga	0,21	0,20	0,18	0,58	0,194925
Nelayan	0,33	0,36	0,33	1,02	0,3385

Lamda Max 3,002

CI 0,001

CR 0,002

$0,002 < 0,1$ maka **KONSISTEN**

Keterkaitan Antar Node – Sub-Kriteria D1

Antar Kriteria

KRITERIA		EXPERT			GEOMETRIC MEAN
		Pak Anam	Pak Murat	Pak Syahrul	
Industri	Nelayan	3,00	2,00	3,00	2,62
	Warga	2,00	2,00	2,00	2,00
Nelayan	Warga	3,00	1,00	2,00	1,82

Matriks Perbandingan Berpasangan

Kriteria	Industri	Warga	Nelayan
Industri	1,00	2,00	2,62
Warga	0,50	1,00	0,55
Nelayan	0,38	1,82	1,00
Total	1,88	4,82	4,17

Normalisasi Matriks

Kriteria	Industri	Warga	Nelayan	Total	Eigenvector
Industri	0,53	0,42	0,63	1,57	0,52499
Warga	0,27	0,21	0,13	0,61	0,201755
Nelayan	0,20	0,38	0,24	0,82	0,273254

Lamda Max 3,099

CI 0,050

CR 0,086

$0,086 < 0,1$ maka **KONSISTEN**

Keterkaitan Antar Node – Sub-Kriteria D2

Antar Kriteria

KRITERIA		EXPERT			GEOMETRIC MEAN
		Pak Anam	Pak Murat	Pak Syahrul	
Industri	Nelayan	3,00	3,00	1,00	2,08
	Warga	2,00	2,00	0,50	1,26
Nelayan	Warga	2,00	1,00	3,00	1,82

Matriks Perbandingan Berpasangan

Kriteria	Industri	Warga	Nelayan
Industri	1,00	1,26	2,08
Warga	0,79	1,00	0,55
Nelayan	0,48	1,82	1,00
Total	2,27	4,08	3,63

Normalisasi Matriks

Kriteria	Industri	Warga	Nelayan	Total	Eigenvector
Industri	0,44	0,31	0,57	1,32	0,440552
Warga	0,35	0,25	0,13	0,73	0,242059
Nelayan	0,21	0,45	0,24	0,90	0,298938

Lamda Max 3,074

CI 0,037

CR 0,064

$0,064 < 0,1$ maka **KONSISTEN**

Keterkaitan Antar Node – Pemasok Warga

Antar Kriteria

KRITERIA		EXPERT			GEOMETRIC MEAN
		Pak Anam	Pak Murat	Pak Syahrul	
C1	C3	1,00	1,00	3,00	1,44
	C2	2,00	1,00	1,00	1,26
C3	C2	1,00	2,00	0,50	1,00

Matriks Perbandingan Berpasangan

Kriteria	C1	C2	C3
C1	1,00	1,26	1,44
C2	0,79	1,00	1,00
C3	0,69	1,00	1,00
Total	2,49	3,26	3,44

Normalisasi Matriks

Kriteria	C1	C2	C3	Total	Eigenvector
C1	0,40	0,39	0,42	1,21	0,402518
C2	0,32	0,31	0,29	0,92	0,305465
C3	0,28	0,31	0,29	0,88	0,292017

Lamda Max 3,002

CI 0,001

CR 0,002

$0,002 < 0,1$ maka **KONSISTEN**

Keterkaitan Antar *Node* – Pemasok Industri

Antar Kriteria

KRITERIA		EXPERT			GEOMETRIC MEAN
		Pak Anam	Pak Murat	Pak Syahrul	
C1	C3	1,00	1,00	1,00	1,00
	C2	1,00	0,50	1,00	0,79
C3	C2	1,00	1,00	1,00	1,00

Matriks Perbandingan Berpasangan

Kriteria	C1	C2	C3
C1	1,00	0,79	1,00
C2	1,26	1,00	1,00
C3	1,00	1,00	1,00
Total	3,26	2,79	3,00

Normalisasi Matriks

Kriteria	C1	C2	C3	Total	Eigenvector
C1	0,31	0,28	0,33	0,92	0,308064
C2	0,39	0,36	0,33	1,08	0,359257
C3	0,31	0,36	0,33	1,00	0,332679

Lamda Max 3,006

CI 0,003

CR 0,005

$0,005 < 0,1$ maka **KONSISTEN**

Keterkaitan Antar *Node* – Pemasok Industri

Antar Kriteria

KRITERIA		EXPERT			GEOMETRIC MEAN
		Pak Anam	Pak Murat	Pak Syahrul	
C1	C3	2,00	1,00	3,00	1,82
	C2	1,00	2,00	1,00	1,26
C3	C2	1,00	1,00	1,00	1,00

Matriks Perbandingan Berpasangan

Kriteria	C1	C2	C3
C1	1,00	1,26	1,82
C2	0,79	1,00	1,00
C3	0,55	1,00	1,00
Total	2,34	3,26	3,82

Normalisasi Matriks

Kriteria	C1	C2	C3	Total	Eigenvector
C1	0,43	0,39	0,48	1,29	0,429717
C2	0,34	0,31	0,26	0,91	0,302447
C3	0,23	0,31	0,26	0,80	0,267837

Lamda Max 3,016

CI 0,008

CR 0,013

$0,013 < 0,1$ maka **KONSISTEN**

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS



Biodata Pribadi

Nama : Mufida Ainani Jauhar
 Jenis Kelamin : Perempuan
 Tempat, Tanggal Lahir : Jakarta, 30 Juli 2000
 Agama : Islam
 Alamat : Jl. Perdana No. 50A, Jakarta Selatan
 Email : 3333180091@untirta.ac.id

Riwayat Pendidikan

SD : SDI An-Najah (2006-2012)
 SMP : MTsN 32 Jakarta (2012-2015)
 SMA : SMAN 90 Jakarta (2015-2018)
 Perguruan Tinggi : Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
 : Program Studi Teknik Industri (2018-2022)

Pengalaman Organisasi

1. Lembaga Dakwah Kampus (LDK IKMA) FT UNTIRTA sebagai Staf Departemen Media (2018-2019)
2. Koperasi Mahasiswa Teknik (KOPMATEK) FT UNTIRTA sebagai Staf Departemen Corporate Communication (2019-2020)
3. Koperasi Mahasiswa Teknik (KOPMATEK) FT UNTIRTA sebagai Manajer Departemen Corporate Communication (2020-2021)

4. Himpunan Mahasiswa Teknik Industri FT UNTIRTA sebagai Staf Departemen Kastratlitbang (2020-2021)
5. Koperasi Mahasiswa Teknik (KOPMATEK) FT UNTIRTA sebagai Pengawas Departemen Corporate Communication (2021-2022)

Pengalaman Penelitian

1. Penelitian Magang Kampus Merdeka di PT Krakatau Bandar Samudera Divisi Business Development dengan judul “Analisis Kelayakan Jasa Pandu Tunda PT Krakatau Bandar Samudera di Balikpapan” pada tahun 2021.

