PT Insan Cendekia Mandiri Group

IKAPI
IKATAN PENERBIT INDONESIA

Certificate of Appreciation

this certificate is presented to

Dr. Hardianto, S.T., M.T.

in recognition of

"As an Author of the book entitled “PENGELOLAAN SAMPAH PASAR TRADISIONAL MENGGUNAKAN SOFTWARE SUPER DECISIONS” published by PT. Insan Cendekia Mandiri Group with ISBN 978-623-179-507-6. Hopefully this award can spur writers to work."

Sijunjung, 01 Februari 2024

RAMADHAN FITRIA
Chief Executive Officer

Certificate Number : ICM-2024-64316585078
Vertification Link : https://insancendekiamandiri.com/icmgroup/verify?certificate_no=ICM-2024-64316585078
Generated At : 2024-02-01 , 3:06:46

PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

Buku petunjuk ini ditujukan sebagai acuan dalam upaya pengambilan keputusan pengelolaan sampah di pasar tradisional. Aspek lingkungan dan non lingkungan dipertimbangkan dalam pengambilan keputusan. Materinya disusun dan dibahas secara sederhana agar mudah dipahami dan dapat diaplikasikan kalangan praktisi, mahasiswa, akademisi, dan masyarakat umum. Setiap topik yang dibahas dalam buku ini tersusun secara sistematis dan ringkas, serta dilengkapi dengan contoh pengaplikasian pada software **SUPER DECISIONS.**

Buku ***PENGELOLAAN SAMPAH PASAR TRADISIONAL MENGGUNAKAN SOFTWARE SUPER DECISIONS*** terdiri dari 5 BAB antara lain BAB I Pengelolaan Sampah Pasar, BAB II Timbulan, Komposisi, Karakteristik Sampah Pasar, BAB III Analisis Cluster Dalam Pengelolaan Sampah Pasar, BAB IV Analytic Network Process (ANP), Bab V Petunjuk Analytic Network Process (ANP) Dalam Pengelolaan Sampah Pasar Tradisional. Setiap bab dijelaskan secara detail dan rigkas sehingga pembaca mudah memahaminya.

Penerbit Insan Cendekia Mandiri
Jorong Pale, Pematang Panjang, Sijunjung
Sijunjung, Sumatera Barat – Indonesia 27554
Email: insancendekiamandirigroup@gmail.com
Website: www.insancendekiamandiri.co.id

IKAPI

TEKNOLOGI

Pengelolaan Sampah Pasar Tradisional Menggunakan Software Super Decisions

Hardianto, dkk.

PENGELOLAAN SAMPAH PASAR TRADISIONAL MENGGUNAKAN SOFTWARE SUPER DECISIONS

Hardianto
Dedy Kurnia Sunaryo
I Nyoman Sudiasa

EDITOR : Achmad Afandi, S.Pd, M.Pd.

PENGELOLAAN SAMPAH PASAR TRADISIONAL MENGGUNAKAN SOFTWARE SUPER DECISIONS

Hardianto
Dedy Kurnia Sunaryo
I Nyoman Sudiasa

EDITOR : Achmad Afandi, S.Pd, M.Pd.

PENGELOLAAN SAMPAH PASAR TRADISIONAL MENGGUNAKAN SOFTWARE SUPER DECISIONS

UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4
Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Pelindungan Pasal 26
Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

i. penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
ii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
iii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
iv. penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

PT Insan Cendekia
Mandiri Group

PENGELOLAAN SAMPAH PASAR TRADISIONAL MENGGUNAKAN SOFTWARE SUPER DECISIONS

Dr. Hardianto, S.T., M.T.
Dedy Kurnia Sunaryo, S.T., M.T.
I Nyoman Sudiasa, S.Si,. M.Si.

PENGELOLAAN SAMPAH PASAR TRADISIONAL MENGGUNAKAN SOFTWARE SUPER DECISIONS

Dr. Hardianto, S.T., M.T., Dedy Kurnia Sunaryo, S.T., M.T.
I Nyoman Sudiasa, S.Si,. M.Si.

Editor:
Achmad Afandi, S.Pd, M.Pd.

Desainer:
Nur Aziza

Sumber Gambar Kover:
www.canva.com

Penata Letak:
Ihsanil Amalia

Proofreader:
Tim ICM

Ukuran:
viii, 72 hlm, 15,5 x 23 cm

ISBN:
978-623-179-507-6

Cetakan Pertama:
Januari 2024

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau
memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini
tanpa izin tertulis dari Penerbit.

Anggota IKAPI : 020/SBA/20

PENERBIT INSAN CENDEKIA MANDIRI
(PT. INSAN CENDEKIA MANDIRI GROUP)

Jorong pale, nagari Pematang Panjang, kecamatan Sijunjung,
Kabupaten Sijunjung, Provinsi Sumatra Barat – Indonesia 27554
HP/WA: 0813-7272-5118
Website: www.insancendekiamandiri.co.id
E-mail: insancendekiamandirigroup@gmail.com

Daftar Isi

PRAKATA _____ vii

BAB 1 PENGELOLAAN SAMPAH PASAR

A. Pengelolaan Sampah _____ 1
B. Teknik Daur Ulang dan Produksi Kompos Sampah Pasar _____ 4
C. Teknik Daur Ulang _____ 5
D. Teknik Pengolahan Kompos _____ 8
E. Mekanis Proses Pengomposan _____ 10

BAB 2 TIMBULAN, KOMPOSISI, KARAKTERISTIK SAMPAH PASAR

A. Timbulan Sampah _____ 13
B. Komposisi Sampah _____ 16
C. Karakteristik Sampah _____ 17
D. Neraca Massa Sampah Pasar _____ 21
E. Potensi Reduksi Sampah _____ 22

BAB 3 ANALISIS CLUSTER DALAM PENGELOLAAN SAMPAH

A. Analisis Kluster Sampah _____ 25
B. Analisis Tipologi Sampah _____ 27
C. Skenario Pengelolaan Sampah Pasar _____ 30
D. Tipe Fasilitas Daur Ulang Sampah _____ 30

BAB 4 ANALYTIC NETWORK PROCESS (ANP)

A. Teknik Analisis Sistem _____ 37
B. Analytic Network Process _____ 41
C. Kriteria yang Digunakan dalam Pengelolaan Sampah_ 48

BAB 5 PETUNJUK ANALYTIC NETWORK PROCESS (ANP) DALAM PENGELOLAAN SAMPAH PASAR TRADISIONAL MENGGUNAKAN SOFTWARE SUPER DECISIONS

A. Super Decisions _____ 53
B. Analytic Network Process (ANP) _____ 54

DAFTAR PUSTAKA _____ 67
BIODATA PENULIS _____ 71

Prakata

Alhamdulillah, segala puji hanya milik Allah Swt, berkat limpahan dan rahmat-Nya, *Buku Pengelolaan Sampah Pasar Tradisional Menggunakan Software Super Decisions* telah selesai disusun.

Buku petunjuk ini ditujukan sebagai acuan dalam upaya pengambilan keputusan pengelolaan sampah di pasar tradisional. Aspek lingkungan dan non lingkungan dipertimbangkan dalam pengambilan keputusan. Materinya disusun dan dibahas secara sederhana agar mudah dipahami dan dapat diaplikasikan kalangan praktisi, mahasiswa, akademisi, dan masyarakat umum. Setiap topik yang dibahas dalam buku ini tersusun secara sistematis dan ringkas, serta dilengkapi dengan contoh pengaplikasian pada *software* Super Decisions.

Ucapan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah berperan sehingga buku ini dapat terselesaikan. Kami akan menerima saran dan masukan dari pengguna, agar buku ini dapat diperbaiki dan disempurnakan lebih lanjut. Semoga buku ini dapat memberikan manfaat, dan tim Penyusun mohon maaf yang sebesar-besarnya apabila ada kata-kata yang tidak berkenan.

Malang, September 2023

Tim Penyusun

BAB 1
PENGELOLAAN SAMPAH PASAR

A. Pengelolaan Sampah

Sampah adalah sisa–sisa dari kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat, yang terdiri dari berbagai macam sampah rumah tangga dan sampah sejenis sampah rumah tangga. Tahapan paradigma yang mendasar pada pengelolaan sampah di Indonesia mengutamakan pada 2 (dua) tahapan yakni pengurangan dan penanganan sampah [1,2]. Tahap pengurangan sampah yaitu kegiatan pembatasan, penggunaan kembali, pendauran ulang atau dikenal dengan konsep 3R yakni istilahnya *Reduce* (mengubah pola hidup konsumtif), *Reuse* (menggunakan kembali bahan bahan yang potensial menjadi sampah dan bahan *refill*) dan *Recycle* (mendaur ulang melalui pembuatan kompos, daur ulang, *waste to energy* dan lain-lain). Tahap penanganan sampah yaitu pemilahan, pengumpulan, pengangkutan, pengolahan, dan pemrosesan akhir.

Sampah rumah tangga adalah sampah yang berasal dari kegiatan sehari-hari dalam rumah tangga, tidak termasuk tinja dan sampah spesifik. Sampah sejenis sampah rumah tangga adalah sampah yang berasal dari kawasan komersial, kawasan industri, kawasan khusus, fasilitas sosial, fasilitas umum, dan/atau fasilitas lain [2]. Sampah pasar tradisional termasuk sampah sejenis sampah rumah tangga. Pasar Tradisional adalah pasar yang dibangun dan dikelola baik secara mandiri oleh Pemerintah Pusat, Pemerintah Daerah, pihak swasta maupun Badan Usaha Milik Daerah/Perusahaan Daerah atau dalam bentuk kerja sama antara Pemerintah Daerah dengan pihak swasta, berupa tempat usaha dalam bentuk toko, kios, los, dan tenda yang dimiliki/disewa oleh pedagang kecil atau menengah, kelompok masyarakat atau koperasi, dengan proses transaksi usaha dilakukan melalui proses tawar-menawar [3,4].

Gambar 1.1 Aktivitas pasar tradisional dan TPS sampah

Penanganan sampah membantu mengurangi beban Tempat Penampungan Sementara (TPS) sampah di pasar tradisional, tetapi juga berpotensi menimbulkan dampak lingkungan. Pemrosesan sampah di TPS Pasar dan dampak lingkungan yang terkait menjadi perhatian, terutama peran *Life Cycle Assessment* (LCA). Alternatif di dalam LCA hanya diukur dari sisi pengurangan dampak, padahal dalam kenyataannya ada pertimbangan lain yang mempengaruhi pemilihan alternatif terbaik [5]. Perlu model yang ramah lingkungan dan berkelanjutan dengan *Analytic Network Process* (ANP) agar memudahkan dalam pengambilan keputusan [6].

Sampah biasanya dikelompokkan menurut komposisinya, yang ditunjukkan dalam persen berat atau volume, seperti kertas, kayu, kulit, logam, kaca, kain, makanan, dan sampah lainnya. Semakin sederhana pola hidup masyarakat, semakin banyak sampah basah (sisa makanan dan lainnya), dan semakin banyak aktivitas kota dan sampah yang berasal dari kegiatan rumah tangga, semakin kecil porsi sampah yang berasal dari kegiatan rumah tangga.

Undang-Undang No. 18 tahun 2008 tentang pengelolaan sampah menggambarkan sampah sebagai bahan padat yang berasal dari proses alam atau sisa kegiatan sehari-hari manusia. Peraturan Pemerintah

tersebut mengatur sampah rumah tangga, sejenis sampah rumah tangga, dan sampah spesifik. Peraturan Pemerintah Nomor 81 tahun 2012 mengatur pengelolaan sampah rumah tangga dan sampah sejenisnya. Sampah rumah tangga yang dimaksud adalah sampah yang dihasilkan dari kegiatan sehari-hari dalam rumah tangga tanpa tinja dan sampah khusus. Sampah sejenis sampah rumah tangga adalah sampah yang berasal dari area komersial, industri, khusus, fasilitas sosial, umum, dan fasilitas lainnya.

B. Teknik Daur Ulang dan Produksi Kompos Sampah Pasar

Evaluasi sistem penanganan sampah sebelumnya, terutama dengan semakin sulitnya mendapatkan lahan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA), maka pengembangan dari konsep 3R (*reduce, reuse, recycling*), yang disebut Usaha Daur ulang dan Produksi kompos (UDPK) sampah kota. Manfaat dari UDPK antara lain adalah:

1. Mengurangi volume sampah yang harus diangkut dan dibuang ke TPA.
2. Mengurangi dampak pencemaran dari sampah.
3. Proses pemilahan sampah mempermudah proses pengolahan selanjutnya.
4. Mengubah pola pandang masyarakat, bahwa sampah

ternyata masih mempunyai nilai ekonomi.

5. Memberikan peluang kerja bagi masyarakat sekitar.
6. Meningkatkan pelayanan penanganan sampah.

Oleh karena itu usaha daur ulang dan produksi kompos yang paling ideal adalah berada di TPS, yakni skala kelurahan/kawasan, dengan alasan bahwa TPS merupakan titik temu antara tanggung jawab pemerintah dan masyarakat melalui peran serta masyarakat dalam pengelolaan sampah.

C. Teknik Daur Ulang

Daur ulang atau *recycling* dalam arti sebenarnya adalah mengembalikan limbah suatu proses ke dalam sistem produksi yang sama, seperti mengembalikan limbah kertas untuk membuat kertas. Di dalam proses pemanfaatan sampah hasil aktivitas perkotaan, daur ulang sering kali didahului oleh proses *recovery*, yaitu menyisihkan sampah yang berpotensi untuk di daur ulang dari sampah lainnya. Pada dasarnya daur ulang dilakukan untuk menjadikan sampah sebagai keluaran yang berguna, dan dapat dimanfaatkan sebagai masukan bagi proses lainnya. Untuk mengetahui lebih lanjut potensi pemanfaatan sampah untuk daur ulang, sebelumnya perlu diketahui jenis sampah yang terdapat di dalam campuran sampah kota yang masih dapat

dimanfaatkan. Berdasarkan kegiatan usaha, daur ulang dapat dibagi menjadi beberapa kategori :

1. Daur ulang langsung, adalah daur ulang yang dilakukan oleh pemulung dan dijual ke pengepul atau bandar lapak sehingga tidak memerlukan keahlian khusus.
2. Daur ulang yang diproses, adalah daur ulang yang tidak hanya dijual langsung, tetapi dilakukan proses lebih lanjut dalam skala industri, sehingga barang tersebut mempunyai nilai ekonomi lebih dari sebelumnya.

Gambar 1.2 Proses kegiatan penjualan sampah daur ulang

Aktivitas yang dilakukan dalam rangka daur ulang pada dasarnya bertujuan mengurangi kemungkinan terjadinya penumpukan sampah yang tak terkendali. Dalam konteks minimalisasi limbah, daur ulang masih merupakan upaya penanggulangan, sehingga upaya pencegahan (*reduce*) pada prinsipnya merupakan usaha

yang lebih baik. Langkah-langkah penting yang menjadi prioritas dalam program daur ulang sampah adalah :

1. Pengkajian terhadap sistem pengelolaan sampah eksisting.
2. Identifikasi dan evaluasi mekanisme insentif bagi para kontributor program.
3. Mengembangkan penelitian guna meningkatkan peran serta masyarakat.
4. Identifikasi pasar.
5. Menyusun organisasi pelaksana program.
6. Identifikasi kemungkinan reduksi sampah sejak di sumber.
7. Identifikasi bahan yang berpotensi untuk didaur ulang.
8. Mengembangkan sistem pewadahan, pengumpulan, pengangkutan, dan pengolahan daur ulang sampah.
9. Pengembangan media guna menyebarluaskan program.

Daur ulang sampah yang dilaksanakan dengan mekanisme sistem yang baik terbukti telah mampu mengurangi timbunan sampah tertimbun ditempat-tempat pembuangan akhir, dan hasil penjualan bahan atau barang bernilai ekonomis dapat menjadi sumber biaya pengelolaan. Keberhasilan daur ulang sangat tergantung dari tujuan program yang digariskan secara

jelas, dengan menerapkan prinsip efisiensi ekonomis dan melibatkan partisipasi masyarakat setinggi-tingginya.

D. Teknik Pengolahan Kompos

Kompos adalah bentuk akhir dari bahan organik setelah mengalami pembusukan. Sebagai suatu proses biologis, maka pembusukan atau disebut pula dekomposisi dapat berlangsung dengan baik secara aerobik maupun anaerobik. Pembuatan kompos dapat saja dilakukan melalui salah satu cara tersebut, dengan kelebihan dan kekurangan masing-masing. Sedangkan pengomposan atau pembuatan kompos merupakan suatu proses biologis pula, yang terjadi karena adanya kegiatan jasad renik. Dalam proses ini berbagai jasad renik turut berperan. Mereka ini bekerja secara serentak dalam habitatnya masing-masing, tergantung pada suhu (temperatur). Beberapa keuntungan dalam proses pengomposan adalah:

1. Membuka kesempatan kerja.
2. Membantu pengelolaan sampah perkotaan. Oleh karena itu makin banyak pengomposan berarti makin besar pula manfaat bagi pengelolaan sampah perkotaan dengan alasan menghemat TPA, menghemat biaya pengangkutan sampah, dan *higienis.*

3. Pengomposan berpotensi mengurangi pencemaran lingkungan kota.
4. Membantu melestarikan sumber daya alami. Pemakaian kompos pada perkebunan akan meningkatkan kemampuan lahan perkebunan dalam menahan air, sehingga lebih menghemat kandungan air.
5. Mengubah sampah dari bahan yang tidak berguna menjadi sumber daya bernilai ekonomis.

Kompos bukanlah pupuk, dan mempunyai keunggulan dibandingkan dengan pupuk anorganik. Perbedaan antara kompos dan pupuk anorganik antara lain:

1. Sifat Kompos
    a. Unsur hara makro dan mikro lengkap, meskipun jumlahnya sedikit.
    b. Dapat memperbaiki struktur tanah dengan cara sebagai berikut:
        1) Menggemburkan dan meningkatkan ketersediaan bahan organik di dalam tanah.
        2) Meningkatkan daya serap tanah terhadap air dan zat hara.
        3) Memperbaiki kehidupan mikroorganisme di dalam tanah dengan cara menyediakan bahan makanan bagi mikroorganisme

tersebut.

4) Memperbesar daya ikat tanah berpasir sehingga tidak mudah terpencar.
5) Memperbaiki drainase dan tata udara di dalam tanah.
6) Membantu proses pelapukan bahan mineral.
7) Melindungi tanah terhadap kerusakan yang disebabkan erosi.

Beberapa tanaman yang menggunakan kompos lebih tahan terhadap serangan penyakit. Menurunkan aktivitas mikroorganisme tanah yang merugikan.

2. Sifat pupuk anorganik
   a. Hanya mengandung satu atau beberapa unsur hara, tetapi dalam jumlah banyak.
   b. Tidak dapat memperbaiki struktur tanah, tetapi justru penggunaan dalam jangka panjang dapat membuat tanah menjadi keras.
   c. Sering membuat tanaman menjadi ketergantungan sehingga rentan terhadap penyakit.

E. Mekanisme Proses Pengomposan

Ada dua mekanisme proses pengomposan, yakni pengomposan secara aerobik dan anaerobik yang

keduanya dibedakan berdasarkan ketersediaan oksigen bebas [7].

1. Pengomposan secara Aerobik

   Pada pengomposan secara aerobik, oksigen mutlak dibutuhkan. Mikroorganisme yang terlibat dalam proses pengomposan membutuhkan oksigen dan air untuk merombak bahan organik dan air untuk merombak bahan organik dan mengasimilasikan sejumlah karbon, nitrogen, fosfor, belerang, dan unsur lainnya untuk sintetis protoplasma sel tubuhnya. Karbon diasimilasikan lebih banyak daripada nitrogen dan digunakan sebagai sumber energi serta membentuk protoplasma. Sekitar dua pertiga bagian dari karbon dikeluarkan dalam bentuk karbon dioksida (CO_2), sedangkan sisanya akan berkombinasi dengan nitrogen dalam sel. Proses perombakan bahan organik secara aerobik akan menghasilkan humus, karbon dioksida, air, dan energi. Beberapa bagian energinya digunakan untuk pertumbuhan mikroorganisme, dan sisanya dikeluarkan dalam bentuk panas.

Gambar 1.3 Proses pengomposan aerobik di unit komposting

2. Pengomposan secara Anaerobik

   Proses pengomposan anaerobik berjalan tanpa adanya oksigen, proses dilakukan dalam wadah tertutup sehingga tidak ada udara yang masuk (hampa udara). Proses pengomposan ini melibatkan mikroorganisme anaerob untuk membantu mendekomposisi bahan yang dikomposkan. Bahan baku yang dikomposkan secara anaerob biasanya berupa bahan organik yang berkadar tinggi.

   Pengomposan anaerobik akan menghasilkan gas methan (CH_4), karbon dioksida (CO_2), dan asam organik yang memiliki bobot molekul rendah seperti asam asetat, asam propionat, asam butirat, asam laktat, dan asam saksilat. Gas metana dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif (biogas). Sisanya berupa lumpur yang mengandung bagian padatan dan cairan. Bagian padatan ini yang disebut kompos. Kadar airnya masih tinggi sehingga sebelum digunakan harus dikeringkan.

BAB 2
TIMBULAN, KOMPOSISI, KARAKTERISIKTIK SAMPAH PASAR

A. Timbulan Sampah

Timbulan sampah adalah banyaknya sampah yang timbul dari masyarakat dalam satuan volume maupun berat per kapita per hari, atau perluas bangunan, atau perpanjang jalan [8]. Tingkat timbulan sampah dipengaruhi oleh perkembangan sosial, ekonomi, tingkat industrialisasi, dan iklim. Umumnya di kawasan ASEAN, semakin besar kemakmuran di bidang ekonomi dan semakin tinggi persentase populasi di perkotaan, semakin besar jumlah sampah yang dihasilkan.

Sampling data dan analisis timbulan sampah sangat diperlukan untuk menentukan fasilitas setiap unit pengelolaan sampah, misalnya kapasitas pengelolaan di Tempat Penampungan Sementara (TPS), fasilitas peralatan, fasilitas kendaraan pengangkut dan rute angkutan, fasilitas daur ulang, luasan dan jenis Tempat

Pemrosesan Akhir (TPA). Metode pengukuran timbulan sampah ada beberapa [9, 10], antara lain yaitu:

1. *Load-count analysis*

   Analisis perhitungan beban, yaitu jumlah masing-masing volume sampah yang masuk ke TPA dihitung dengan mencatat: volume, berat, jenis angkutan dan sumber sampah, kemudian dihitung jumlah timbulan sampah kota selama periode tertentu.

2. *Weight-volume analysis*

   Analisis berat-volume, yaitu jumlah masing-masing volume sampah yang masuk ke TPA dihitung dengan mencatat volume dan berat sampah, kemudian dihitung jumlah timbulan sampah kota selama periode tertentu.

3. *Material-balance analysis*

   Analisis kesetimbangan bahan, *material-balance analysis* menghasilkan data lebih lengkap untuk sampah rumah tangga, industri dan lainnya dan juga diperlukan untuk program daur ulang. Data dan analisis komposisi sampah yang sering dilakukan adalah berdasarkan komponennya, misalnya dinyatakan sebagai % berat (biasanya berat basah) atau % volume (basah) dari kertas, kayu, kulit.

4. Standar Nasional Indonesia (SNI)

   Timbulan sampah dapat juga dihitung menggunakan tata cara sampling sampah yang terdapat pada SNI 19 3964 – 1994 [11] dan SNI M 36-1991-2003 [12].

Gambar 2.1 Metode sampling timbulan sampah

Data timbulan tersebut harus tersedia agar dapat disusun suatu alternatif sistem pengelolaan sampah yang baik. Jumlah timbulan sampah ini biasanya akan berhubungan dengan elemen-elemen pengelolaan sampah [9]. Timbulan sampah ini dinyatakan:

1. Satuan berat : kg/orang/hari, kg/m^2/hari, kg/bed/hari
2. Satuan volume : L/orang/hari, L/m^2/hari, L/bed/hari, dsb. (di Indonesia)

Tabel 2.1. Besaran timbulan sampah berdasarkan klasifikasi kota [11]

No	Klasifikasi Kota	Volume (L/orang/hari)	Berat (Kg/orang/hari)
1.	Kota Sedang	2,75 - 3,25	0,70 - 0,80
2.	Kota Kecil	2,50 - 2,75	0,625 - 0,70

B. Komposisi Sampah

Komposisi sampah adalah setiap komponen sampah yang membentuk suatu kesatuan, dalam persentase (%). Komposisi menentukan jenis dan kapasitas peralatan, sistem dan program penanganannya. Dinyatakan sebagai % berat (biasanya berat basah) atau % volume (basah) dari kertas, kayu, kulit, karet, plastik, logam, kaca, kain, makanan, dan lain-lain [10].

Gambar 2.2. Sampling komposisi sampah

Komposisi sampah juga dipengaruhi beberapa faktor [9]:

1. Cuaca di daerah yang kandungan airnya tinggi, kelembaban sampah juga cukup tinggi.
2. Frekuensi pengumpulan: semakin sering sampah dikumpulkan maka semakin tinggi tumpukan sampah terbentuk.
3. Musim jenis sampah akan ditentukan oleh musim buah-buahan yang sedang berlangsung.
4. Tingkat sosial ekonomi daerah ekonomi tinggi pada umunya menghasilkan sampah yang terdiri dari bahan kaleng, kertas dan sebagainya.

5. Pendapatan per kapita masyarakat dari tingkat ekonomi lemah akan menghasilkan total sampah sedikit dan homogen.
6. Kemasan produk kemasan produk bahan kebutuhan sehari-hari juga akan mempengaruhi.

Tabel 2.2 Tipikal komposisi sampah pemukiman (% berat basah) [9]

Komposisi	**Pemikiman** ***low income***	**Pemukiman** ***Middle income***	**Pemukiman** ***High income***
Kertas	1-10	15-40	15-40
Kaca, keramik	1-10	1-40	4-10
Logam	1-5	1-5	3-13
Plastik	1-5	2-6	2-10
Kulit, karet	1-5	-	-
Kayu	1-5	-	-
Tekstil	1-5	2-10	2-10
Sisa makanan	10-85	20-65	20-50
Lain-lain	1-40	1-30	1-20

C. Karakteristik Sampah

Karakteristik sampah terdiri dari fisik, kimia, dan biologi [9,10], antara lain:

1. Karakteristik fisik.
    a. Berat spesifik sampah (kg/m^3).

    Untuk menghitung berat spesifik sampah, harus dijelaskan di mana dan bagaimana sampah diambil sebagai sampling. Lokasi, letak geografis,

jumlah musim, dan lama penyimpanan memengaruhi berat spesifik sampah. Mengetahui jumlah sampah yang diolah sangat penting.

Gambar 2.3. Sampling berat jenis sampah

b. Kelembapan

Dua metode berat basah dan kering adalah cara untuk menunjukkan kelembaban sampah. Metode kering dan basah ditunjukkan sebagai persen berat kering bahan, sedangkan metode basah ditunjukkan sebagai persen berat basah bahan. Metode berat basah secara umum digunakan.

$$M = \left(\frac{w - d}{w} \right) x100$$

M = Kelembaban (%)
w = Berat sampah basah (kg).
d = Berat sampah setelah dikeringkan pada suhu 105^0C (kg).

c. Ukuran partikel.

Ketahui ukuran penyaringan dan pemisahan magnetik sangat penting dalam pengolahan sampah akhir, terutama pada tahap mekanis.

d. *Field Capacity.*

Jumlah air yang dapat dilepaskan dari sampah oleh daya gravitasi setelah tertahan dalam sampah. *Field Capacity* bervariasi berdasarkan variasi tekanan dan dekomposisi sampah. sekitar lima puluh hingga enam puluh persen sampah dari wilayah permukiman dan komersial yang tidak memiliki kapasitas lapangan yang cukup.

e. *Konduktivitas* sampah.

Sangat penting untuk mengetahui bagaimana cairan dan gas bergerak di-*landfill*.

2. Karakteristik Kimia

a. Analisis proksimasi.

Bertujuan mengetahui bahan-bahan yang mudah terbakar dan tak mudah terbakar. Biasanya dilakukan tes untuk komponen yang mudah terbakar supaya mengetahui kandungan volatil, kandungan abu, kandungan karbon tetap dan kandungan air.

b. Titik abu sampah.

Titik abu adalah temperatur di mana dihasilkan abu dari pembakaran sampah, yang berbentuk padatan dengan peleburan atau penggumpalan.

Temperatur berkisar antara 1100^0C sampai 1200^0C.

c. Analisis ultimasi.

Analisis ultimasi adalah penentuan persentase komponen yang ada dalam sampah seperti persentase C, H, N, S, dan abu. Analisis ultimasi ini bertujuan menentukan karakteristik kimia bahan organik sampah secara biologis. Misalkan pada komposting perlu diketahui rasio C/N sampah, supaya dapat berlangsung baik.

Gambar 2.4. Uji C/N bahan kompos

d. Kandungan energi.

Kandungan energi dari komponen organik dari sampah, dapat ditentukan dengan *Bomb Calorimeter*.

3. Karakteristik Biologis

a. Kandungan terlarut seperti gula, asam amino dan berbagai macam asam organik.

b. Hemiselulosa, yaitu hasil penguraian gula.
c. Selulosa, yaitu hasil penguraian glukosa.
d. Lemak, minyak dan lilin.
e. Lignin, material polimer yang terdiri dari cincin aromatik dengan gugus *methoksil*. Biasanya terdapat pada kertas, seperti kertas koran dan *fiberbroad*.
f. Lignoselulosa, kombinasi dari lignin dan selulosa.
g. Protein, yang terdiri dari rantai asam amino.

D. Neraca Massa Sampah Pasar

Neraca massa dimaksudkan untuk mengetahui jumlah sampah yang masuk, jumlah sampah yang dapat didaur ulang, jumlah sampah yang dapat dibuat kompos, dan jumlah sampah yang menjadi residu dalam pengelolaan sampah pasar. Sebagai contoh dari berat dan volume sampah yang masuk ke TPS Pasar, dapat dihitung neraca massa sampah.

Tabel 2.3. Berat dan Volume Sampah Pasar

Komposisi	% Berat Rata-rata	% Volume Rata-rata	Berat Sampah (kg/hr)	Volume Sampah (m^3/hr)
Sampah basah	69,13	37,66	2060,55	5,517
Plastik	15,59	37,50	464,69	5,494
Kertas	9,69	17,53	288,83	2,568
Gelas/Kaca	1,38	1,14	41,13	0,167
Logam	1,31	1,46	39,05	0,214
Kayu	1,22	1,46	36,36	0,214
Kain/Tekstil	1,09	2,11	32,49	0,309
Karet/Kulit	0,59	1,14	17,59	0,167
Total	100	100	2980,69	14,650

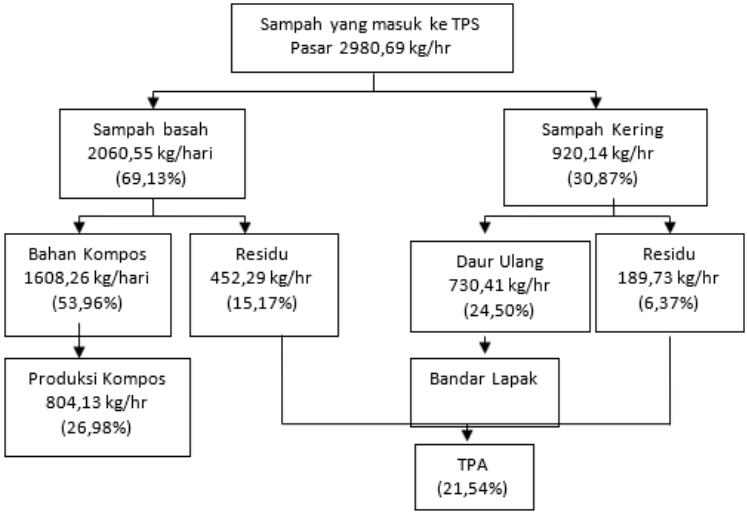
Tabel 2.4. Hasil Perhitungan Neraca Massa Sampah

Komposisi	Berat Sampah (kg)	Volume Sampah (m^3)	Recovery Faktor (%)	Berat Recovery (kg)	Volume Recovery (m^3)	Berat Residu (kg)	Volume Residu (m^3)
Sampah basah	2060,55	5,517	78,05	1608,26	4,306	452,29	1,211
Plastik	464,69	5,494	89,88	417,66	4,938	47,03	0,556
Kertas	288,83	2,568	86,72	250,47	2,227	38,36	0,341
Gelas/Kaca	41,13	0,167	50,00	20,57	0,083	20,56	0,083
Logam	39,05	0,214	85,69	33,46	0,183	5,59	0,031
Kayu	36,36	0,214	0,00	0,00	0,00	36,36	0,214
Kain/Tekstil	32,49	0,309	0,00	0,00	0,00	32,49	0,309
Karet/Kulit	17,59	0,167	46,93	8,25	0,078	9,34	0,088
Total	2980,69	14,650		2338,67	11,815	642,02	2,833

E. Potensi Reduksi Sampah

Tabel di atas dapat digunakan untuk membuat skema reduksi sampah dari seluruh sampah yang masuk dan diolah di TPS Pasar tersebut. Berdasarkan berat sampah yang masuk ke TPS, sampah yang dapat dijadikan bahan baku kompos sebesar 53,96 % dari total sampah, atau

sekitar 1608,26 kg/hari, sedangkan sampah kering yang dapat didaur ulang sebesar 24,50 % dari total sampah, atau sekitar 730,41 kg/hari. Jumlah residu yang akan diangkut ke TPA dari sampah basah sebesar 15,17 % dari total sampah, dan sampah kering sebesar 6,37 % dari total sampah. Sehingga total residu yang akan dibuang ke TPA sebesar 21,54 % dari total sampah yang masuk ke TPS, atau sekitar 642,02 kg/hari. Sehingga dengan perhitungan ini potensi reduksi sampah sebesar 78,46 %. Skema reduksi sampah di TPS dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 2.5 Skema Reduksi Sampah Pasar

BAB 3
ANALISIS KLUSTER DALAM PENGELOLAAN SAMPAH

A. Analisis Kluster Sampah

Analisis kluster digunakan untuk mengelompokkan pengamatan atau variabel menjadi beberapa kelompok pengamatan atau variabel yang jumlahnya lebih sedikit. Analisis kluster dilakukan jika peneliti belum mengetahui jumlah kelompok baru [13]. Analisis kluster adalah suatu metode dalam analisis multivariat yang digunakan untuk menemukan struktur grup atau kelompok di antara kasus-kasus (objek) yang diamati. Dalam memperoleh kelompok-kelompok dari objek yang diamati dapat dilakukan dengan dua macam cara yaitu:

1. Hierarki

   Merupakan analisis kluster yang dalam pengelompokan objek berdasarkan kemiripan yang ada pada objek-objek tersebut. Analisis

kluster hierarki dibagi menjadi dua, yaitu:

a. *Agglomerative:* merupakan metode penggabungan, di mana tiap objek dimulai sebagai kelompok terpisah. Kemudian, dua kelompok yang paling dekat digabungkan dan seterusnya sehingga terbentuk satu kelompok yang mewakili semua objek. Pada tahap awal penggabungan dua kelompok, di mana tiap kelompok terdiri dari satu objek, diperlukan ukuran kemiripan atau ketidakmiripan antar objek. Jika suatu kelompok terbentuk dari penggabungan dari beberapa kelompok sebelumnya, kelompok dengan tingkat kemiripan tertinggi atau terkecil akan digabungkan menjadi kelompok baru.
b. *Divisive*: merupakan metode pembagian yang dimulai dengan satu kelompok yang mewakili semua objek yang ada. Kelompok ini kemudian dibagi lagi menjadi dua kelompok, yang kemudian dibagi lagi menjadi dua kelompok, dan seterusnya. Bila ada *n* objek maka pembagian menjadi dua kelompok mempunyai kemungkinan sebanyak 2^{n-1} 1. Kemungkinan pembagian menjadi dua kelompok dari satu kelompok dapat pula

dilakukan berdasarkan peubah biner.

c. Non Hierarki

Dalam mengelompokkan sejumlah objek dengan metode ini biasanya telah ditetapkan sebelumnya jumlah kelompoknya. Penentuan banyaknya kluster bersifat subjektif karena masih belum ada aturan pasti mengenai penentuan jumlah kluster. Dalam menentukan jumlah kluster, sering tidak hanya menggunakan analisis statistik, tetapi melibatkan ilmu lain yang berkaitan dengan data yang dianalisis [13].

B. Analisis Tipologi Sampah

Tipologi adalah suatu ilmu yang mempelajari sesuatu tentang tipe, ilmu yang mempelajari tentang pengelompokan berdasarkan tipe atau jenis secara spesifik. Tipologi adalah ilmu yang mempelajari tentang pengelompokan berdasarkan tipe atau jenis. Analisis kluster merupakan salah satu kelompok analisis multivariat yang mengelompokkan objek berdasarkan karakteristik yang dimiliki. Analisis kluster dapat disebut sebagai analisis Q, konstruksi tipologi, analisis klasifikasi, dan taksonomi numerik [14].

Pengumpulan data pengelolaan sampah untuk analisis tipologi terdiri dari data aspek teknis operasional dan non teknis operasional pengelolaan sampah pasar meliputi:

1. Jenis sampah pasar yang diolah
2. Metode pengelolaan sampah pasar
3. Pelaku pengelolaan sampah pasar
4. Kapasitas pengelolaan sampah pasar
5. Biaya modal sampah pasar
6. Biaya operasional dan pemeliharaan sampah pasar
7. Profit/keuntungan sampah pasar
8. Manajemen keuangan sampah pasar

Pengumpulan data sekunder yang mendukung dalam pengelolaan sampah pasar antara lain lokasi fasilitas daur ulang sampah pasar, visi dan misi lembaga pengelola sampah pasar, struktur organisasi, tugas pokok dan fungsi, jumlah personel, Standar Operasional Prosedur, peraturan daerah tentang sampah dan rencana tata ruang wilayah, sejarah dan kelembagaan, operasional dan pemeliharaan, strategi dalam pengelolaan.

Sebagai contoh hasil data survei tipologi fasilitas daur ulang sampah diperoleh dalam bentuk kualitatif, agar data dapat diolah maka dilakukan kodifikasi data untuk tiap variabel. Kodifikasi data merupakan proses

penyederhanaan data hasil monitor Ing dengan cara memberi kode terhadap data yang diperoleh. Tujuan utama kodifikasi adalah agar data dapat berbentuk ringkas dan padat.

Tabel 3.1 Hasil Kodifikasi Data Fasilitas Daur Ulang Sampah

Variabel		Kode	Keterangan
A	Jenis sampah yang di olah	1	Sampah basah, dilakukan proses komposting, pengemasan dan penjualan.
		2	Sampah kering, dilakukan pengemasan dan penjualan.
		3	Sampah basah, dilakukan proses komposting, pengemasan dan penjualan. Sampah kering, dilakukan pengemasan dan penjualan.
B	Metode Pengolahan	1	Kompos.
		2	Sampah kering.
		3	Sampah kering dan sampah plastik (dilakukan pencacahan).
		4	Kompos dan sampah kering.
		5	Kompos, sampah kering, sampah plastik (dilakukan pencacahan).
C	Pelaku Pengelolaan	1	Pemkot/Kabupaten.
		2	Swadaya.
		3	Kombinasi Pemkot/Kabupaten dan swadaya.
D	Kapasitas Olah	1	< 1 ton.
		2	1 - 5 ton.
		3	6 - 10 ton.
		4	> 10 ton.
E	Biaya Modal	1	Biaya sendiri.
		2	Hibah.
		3	Kombinasi biaya sendiri dan hibah.
F	Biaya OP	1	Perputaran hasil usaha (non subsidi).
		2	Bantuan dana OP (subsidi).
G	Keuntungan	1	Tidak ada keuntungan.
		2	Menghasilkan keuntungan.

Variabel		Kode	Keterangan
H	Manajemen Keuangan	1	Sistem tabungan nasabah dan penjualan langsung.
		2	Penjualan langsung.

C. Skenario Pengelolaan Sampah Pasar

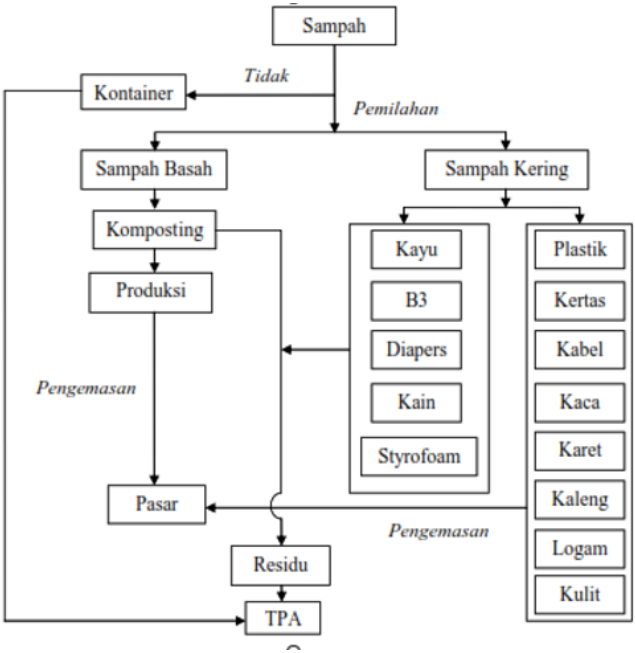
Penentuan dan jenis skenario pengelolaan sampah pasar ditentukan berdasarkan hasil pengumpulan data primer dan sekunder. Kondisi eksisting setiap fasilitas daur ulang sampah berbeda-beda. Skenario metode daur ulang dapat direncanakan sebagai berikut:

1. Skenario 0: skenario *baseline* merupakan skenario jika tidak dilakukan pengelolaan sampah di fasilitas daur ulang, dan sampah langsung diangkut ke TPA.
2. Skenario 1: skenario jika dilakukan daur ulang sampah kering di fasilitas daur ulang dan residu diangkut ke TPA.
3. Skenario 2: skenario jika dilakukan komposting di fasilitas daur ulang dan residu diangkut ke TPA.
4. Skenario 3: skenario jika dilakukan daur ulang sampah kering dan komposting secara terpadu di fasilitas daur ulang dan residu diangkut ke TPA.

D. Tipe Fasilitas Daur Ulang Sampah

Fasilitas daur ulang sampah antara lain:

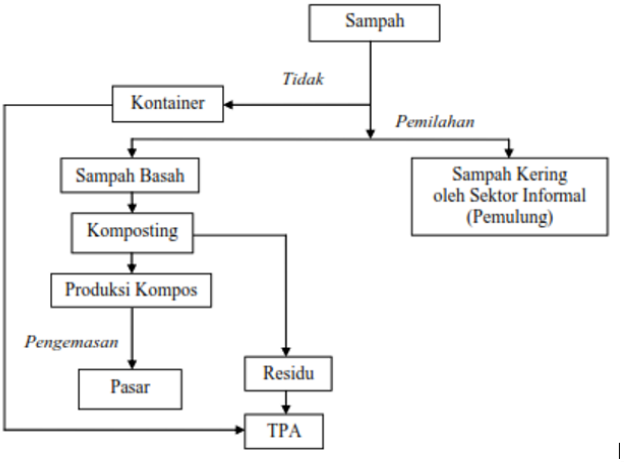
1. Usaha Daur Ulang dan Produksi Kompos (UDPK). UDPK adalah suatu model usaha dengan dua jenis kegiatan yang terpadu, yaitu mendaur ulang barang bekas dan pembuatan kompos. Keduanya dilakukan atas bahan baku yang sama, yaitu sampah rumah tangga/pasar di kota [15].



Gambar 3.1 Diagram model pengelolaan UDPK

2. Unit Komposting

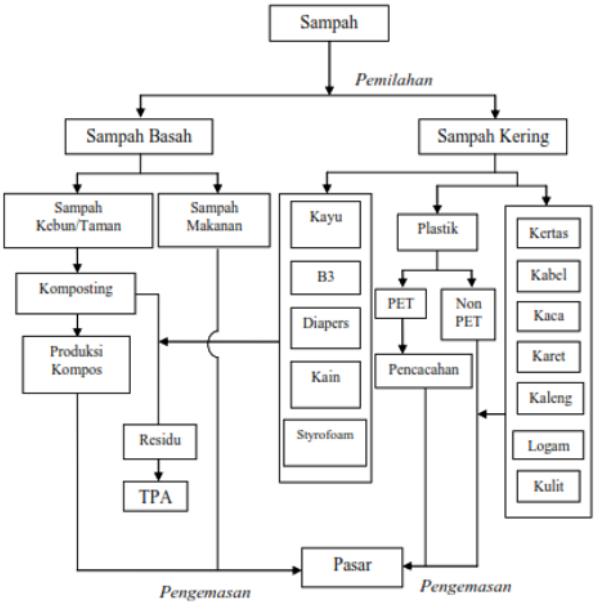
   Unit Komposting adalah unit usaha skala kecil yang berfungsi untuk pengolahan sampah basah yang diproses menjadi kompos, dan penjualan hasil daur ulang [16].



Gambar 3.2 Diagram model pengelolaan Unit Komposting

3. Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST).

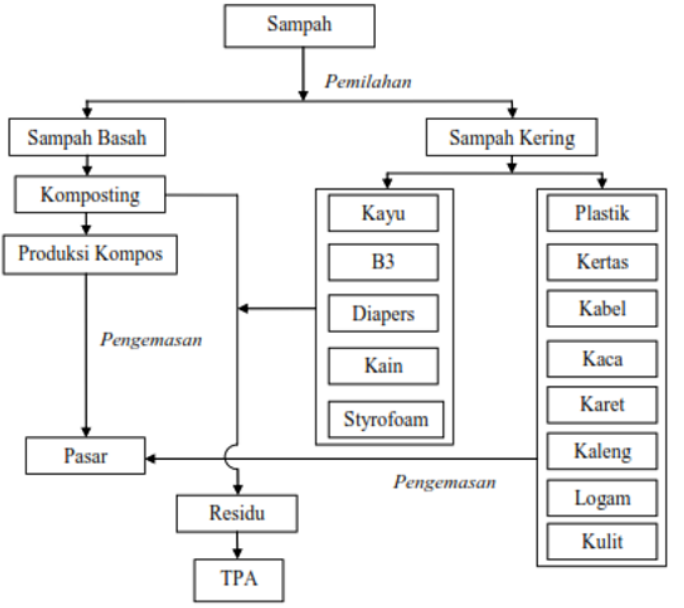
   TPST adalah tempat dilaksanakannya kegiatan pengumpulan, pemilahan, penggunaan ulang, pendauran ulang, pengolahan, dan pemrosesan akhir sampah [2]. TPST atau *Material Recovery Facility* adalah tempat di mana sampah dipisahkan, diproses dan disimpan untuk digunakan sebagai bahan baku untuk diproduksi ulang dan diolah kembali [17].



Gambar 3.3 Diagram model pengelolaan TPST

4. Tempat Pengolahan Sampah *Reduce Reuse Recycle* (TPS 3R)

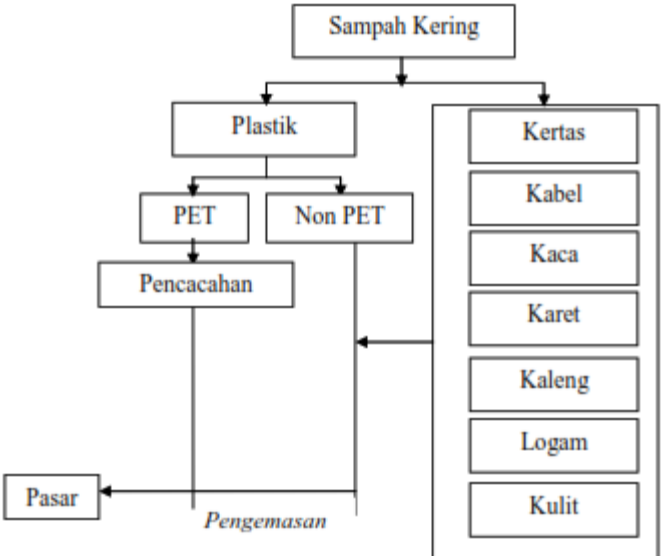
   Jenis fasilitas daur ulang sampah ini adalah tempat dilaksanakannya kegiatan pengumpulan, pemilahan, penggunaan ulang, dan pendauran ulang skala kawasan [2].



Gambar 3.4 Diagram model pengelolaan TPS 3R

5. Bank Sampah.

   Bank Sampah adalah tempat pemilahan dan pengumpulan sampah yang dapat didaur ulang dan/atau diguna ulang yang memiliki nilai ekonomi [18].



Gambar 3.5 Diagram model pengelolaan Bank Sampah

BAB 4
ANALYTIC NETWORK PROCESS (ANP)

A. Teknik Analisis Sistem

Analisis sistem adalah teknik pemecahan masalah dengan menguraikan masalah di dalam suatu sistem menjadi komponen-komponen yang lebih kecil untuk memudahkan kita dalam memahami masalah. Serta mengidentifikasi dan mengevaluasi permasalahan dan hambatan yang terjadi untuk mendapatkan kebutuhan yang diharapkan dari suatu sistem sehingga dapat diusulkan perbaikan.

Analisis sistem merupakan tahap awal dalam proses pengumpulan data, identifikasi masalah, dan analisis kebutuhan sistem baik kebutuhan fungsional maupun non fungsional Tahap ini bertujuan untuk menentukan solusi yang didapat dari aktivitas-aktivitas tersebut teknik analisis sistem banyak diterapkan untuk menanganisampah melalui berbagai metodologi integratif di beberapa dekade terakhir.

Sebanyak lima model rekayasa sistem dan sembilan alat penilaian sistem secara resmi diklasifikasikan dalam bidang pengelolaan sampah untuk menjawab tantangan, tren dan perspektif. Spektrum model dan alat penilaian diklasifikasikan berdasarkan dua domain berikut meskipun beberapa mungkin akan saling terkait satu sama lainnya [19,20]. Model rekayasa sistem dan alat penilaian sistem tersebut adalah:

1. Model rekayasa sistem:
    a. *Cost-Benefit Analysis* (CBA), untuk menilai dampak ekonomi secara positif/negatif, dukungan simulasi dan model optimasi untuk analisis sistem.
    b. *Forecasting Models* (FM), untuk mengkarakteristik aliran limbah secara kuantitatif/kualitatif dan membangun sistem informasi manajemen untuk mengumpulkan informasi dari waktu ke waktu, serta memprediksi laju timbulan limbah.
    c. *Simulation Models* (SM), untuk membantu menyelidiki perilaku sistem.
    d. *Optimization Models* (OM), untuk mencapai solusi terbaik di antara beberapa alternatif, dengan satu atau beberapa tujuan.

e. *Integrated Modeling System* (IMS), untuk meningkatkan hubungan sinergis antara model yang berbeda.

2. Alat penilaian sistem:
   a. *Management Information System* (MIS)/*Decision Support System (DSS)/Expert System* (ES), terdiri dari beberapa metode yang berbeda untuk membantu dalam pengambilan keputusan, termasuk *Analytic Network Process*.
   b. *Scenario Development* (SD), untuk membuat urutan *hipotetis* peristiwa.
   c. *Material Flow Analysis* (MFA), merupakan penilaian yang *sistematis* dari aliran dan material.
   d. *Life Cycle Assessment or Life Cycle Inventory* (LCA or LCI), terdiridari sebuah proses untuk mengevaluasi beban lingkungan yang terkait dengan produk, proses, atau kegiatan dengan mengidentifikasi dan mengukur energi dan bahan yang digunakan, limbah dan emisi yang dilepaskan ke lingkungan, untuk menilai dampak dari energi dan kegunaan materi dan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi peluang yang mengarah ke perbaikan lingkungan.

e. *Risk Assessment* (RA), untuk penilaian risiko yang berhubungan dengan kesehatan lingkungan dan manusia, melalui evaluasi statistik.

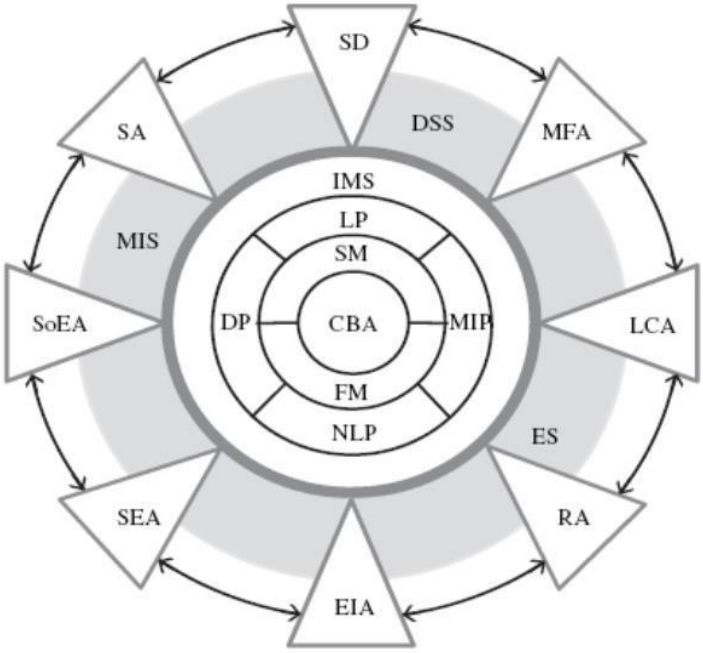
f. *Environmental Impact Assessment* (EIA), bertujuan untuk memastikan bahwa pengambilan keputusan memproses kegiatan yang mungkin memiliki pengaruh signifikan terhadap lingkungan dengan memperhitungkan aspek lingkungan.

g. *Strategic Environmental Assessment* (SEA), terdiri dari penilaian lingkungan strategis sebagai suatu kebijakan, rencana atau program.

h. *Socioeconomic Assessment* (SoEA), terdiri dari aplikasi berbasis *komputer* yang menerapkan integrasi berbasis pasar.

i. *Sustainable Assessment* (SA), mengacu pada metodologi integrasi yang berbeda untuk memperoleh analisis, evaluasi atau perencanaan yang mendekati beberapa aspek manajemen.

Model rekayasa sistem dan penilaian sistem pada pengelolaan sampah dapat digambarkan seperti pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Model rekayasa sistem dan penilaian sistem pada pengelolaan sampah [15,16]

B. *Analytic Network Process*

Multi-Criteria Analysis (MCA) adalah alat pengambilan keputusan yang digunakan dalam analisis sistem lingkungan untuk mengevaluasi masalah dengan memberikan beberapa alternatif pada beberapa kriteria dasar yang mungkin memiliki unit yang berbeda. Tujuan dari MCA adalah untuk membandingkan dan pilihan peringkat alternatif serta mengevaluasi konsekuensi lingkungan menurut kriteria yang telah ditetapkan [21].

Analytic Hierarchy Process (AHP) dan *Analytic*

Network Process (ANP) adalah dua jenis proses pendukung keputusan yang dapat membantu dalam proses pengambilan keputusan *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM). ANP merupakan metode pemecahan suatu masalah yang tidak terstruktur dan membutuhkan ketergantungan hubungan antar elemennya.

Konsep ANP dikembangkan dari teori AHP yang didasarkan pada hubungan saling ketergantungan antara beberapa komponen, sehingga ANP merupakan bentukkhusus dari AHP. AHP dan ANP menangani kompleksitas dan ketidakpastian dan menggabungkan pendapat ahli minoritas untuk menghasilkan solusi yang komprehensif. Dalam penelitian Saaty [19], mengusulkan penggunaan AHP untuk menyelesaikan permasalahan dari independen atas berbagai alternatif atau kriteria, dan penggunaan ANP untuk menyelesaikan permasalahan atas dependensi antar berbagai alternatif atau kriteria.

Beberapa dasar yang digunakan ANP sebagai acuan adalah [22]:

1. AHP dimodifikasi menjadi ANP.
2. Permodelan ANP lebih kompleks daripada AHP karena memungkinkan saling ketergantungan.
3. ANP mengacu pada ketergantungan pada satu set

komponen (*inner dependence*) dan ketergantungan antara komponen yang bervariasi (*outer dependence*).

4. Dalam ANP, struktur jaringan memungkinkan pengambilan keputusan dari suatu masalah tanpa memperhatikan bagian pertama dan selanjutnya dari hierarki.
5. Struktur non-linier ANP mengatur sumber daya dan perputaran pada level teratas dan alternatif-alternatif pada level dibawah-Nya.
6. ANP mengutamakan kelompok atau klaster elemen daripada satu elemen.
7. ANP menangani masalah dengan standar kontrol atau hierarki kontrol.

Tahapan dari pengambilan keputusan dengan menggunakan metode ANP adalah sebagai berikut [22,23]:

1. Konstruksi dasar model

   Suatu model masalah akan didasarkan pada elemen-elemen penting dari masalah tersebut. Kriteria keputusan yang relevan dan alternatif akan disusun dalam suatu hierarki dengan tingkat strategis yang lebih tinggi. Elemen paling atas dalam hierarki adalah sub komponen dan atribut. Konstruksi model akan membutuhkan

pembentukan atribut pada tiap level serta penjelasan hubungan antara mereka. Hasil kuesioner dari beberapa responden digabung untuk menentukan ada tidaknya hubungan saling ketergantungan antar kriteria tersebut dengan menggunakan rumus:

$$\mathbf{Q = N/2,}$$

dengan

N = Jumlah responden atau pengambil keputusan.
Q = Nilai tengah dari jumlah responden atau pengambil keputusan.
Vij = Jumlah responden yang memilih adanya hubungan saling ketergantungan antar kriteria pada sel yang menghubungkan baris ke i dengan kolom j.
Vij ≥ Q, maka ada hubungan saling ketergantungan antar kriteria.
Vij < Q, maka tidak ada hubungan saling ketergantungan antar kriteria.

2. Pembentukan matriks perbandingan berpasangan terdapat skala pengukuran rasio yang digunakan untuk membandingkan dua elemen dalam metode ANP. Asumsi yang digunakan adalah bahwa pengambil keputusan harus menggunakan skala verbal (dari yang paling penting ke yang paling tidak penting) untuk membandingkan kepentingan dari dua pilihan yang mungkin. Pengambil keputusan juga akan melakukan

perbandingan yang sama untuk seluruh pasangan sub kriteria. Nilai sub kriteria dihitung berdasarkan data yang diperoleh dari proses ini.

Nilai skala pengukuran rasio dalam metode ANP dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Skala *Analytic Network Process* (ANP)

Nilai Numerik	**Definisi**	**Keterangan**
1	Sama penting	Dua faktor dengan kontribusi yang sama terhadap tujuan
3	Sedikit lebih penting	Pengalaman dan penilaian satu faktor sedikit lebih kuat dibanding faktor lain
5	Lebih penting	Pengalaman dan penilaian satu faktor lebih kuat dibanding faktor lain
7	Sangat penting	Suatu faktor lebih kuat dan dominasinya terlihat dalam praktik
9	Amat sangat penting	Perbedaan antar item yang dibandingkan sangat besar sehingga semestinya tidak dibandingkan langsung
2, 4, 6, 8	Nilai tengah	Untuk membandingkan kompromi di antara dua penilaian yang berdekatan.

Setelah perbandingan berpasangan telah selesai dibuat, vektor prioritas w (yang disebut *eVector*) dihitung dengan rumus:

$$\mathbf{A.w = \lambda max \, . \, w}$$

A= matriks perbandingan berpasangan.
λmax = *eigenvalue* terbesar dari A.

eVector atau *eigenvector* merupakan bobot prioritas suatu matriks yang kemudian digunakan dalam penyusunan super matriks.

3. Perhitungan rasio konsistensi

Dalam proses pembobotan nilai kriteria, terdapat kemungkinan masalah konsistensi dari perbandingan berpasangan yang telah dilakukan. Rasio konsistensi (*Consistency Ratio*) memberikan suatu penilaian numerik mengenai bagaimana tidak konsistenkan suatu evaluasi. Rasio konsistensi diperoleh dengan membandingkan indeks konsistensi dengan satu nilai yang sesuai dari bilangan indeks konsistensi acak (*Random Consistency Index*), atau dengan rumus:

$$\mathbf{CR = CI \, / \, RCI}$$

dengan:
CR = *Consistency Ratio*.
CI = *Consistency Index*.
RCI = *Random Consistency Index*.

Jika CI kurang dari 0,1, penilaian responden dianggap konsisten.

Penilaian responden tidak konsisten jika CI kurang dari 0,1.

4. Pembuatan Super matriks

Dalam metode ANP digunakan formasi dari suatu super matriks untuk memberikan resolusi pengaruh ketergantungan antar kelompok kluster dari hierarki jaringan keputusan. Super matriks terdiri dari kumpulan sub matriks yang dibentuk oleh suatu set hubungan antara dua level model. Selanjutnya, elemen-elemen yang diturunkan dari perbandingan akan diprioritaskan sesuai dengan kriteria kontrol tertentu dan disusun secara vertikal dan horizontal sesuai dengan bagian-bagiannya dalam super matriks. Kolom super matriks terdiri dari tiap vektor yang diambil dari matriks perbandingan berpasangan. Dengan mempertimbangkan kriteria kontrol elemen suatu komponen pada elemen tunggal dari komponen yang sama atau berbeda di bagian atas super matriks, itu menunjukkan pengaruh di dalam pelaksanaannya ANP menggunakan beberapa tenaga ahli (*expert members*) untuk menganalisis hubungan antar kriteria dan nilai bobot relatif antar kriteria tersebut. Kemudian dengan mengalikan bobot kriteria dan bobot alternatif maka akan diperoleh bobot total untuk prioritas alternatif.

C. Kriteria yang digunakan dalam Pengelolaan Sampah

Keunggulan dalam metode ANP ini adalah sub kriteria dari suatu kriteria dapat mempengaruhi sub kriteria dari kriteria yang berbeda. *Network* model ANP dapat dibuat sebelum memperoleh nilai bobot. Kriteria, sub kriteria, dan alternatif dibangun dalam sebuah *network* untuk menggambarkan hubungan antar kriteria dan alternatif.

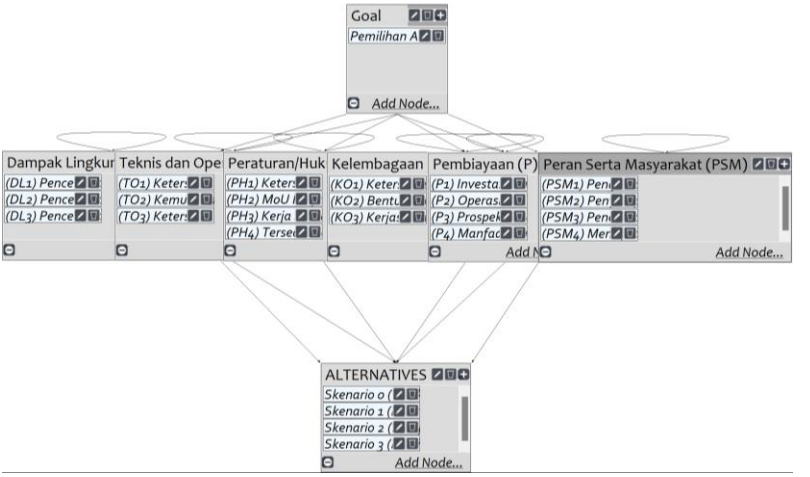
Data diperoleh dari responden (N) yang mewakili *stakeholder* dari pihak pengelola sampah pasar. Rekapitulasi penentuan hubungan saling ketergantungan antar kriteria, jika dalam suatu sel jumlah responden yang memilih ≥ 0,5 N, maka disimpulkan ada hubungan saling ketergantungan antar kriteria. Hasil pengolahan data untuk setiap responden kemudian dikompilasi dalam *software* Microsoft Excel, untuk mendapatkan nilai rata-rata yang mewakili pendapat keseluruhan dari pihak pengelola sampah pasar. Nilai kepentingan relatif tersebut yang nantinya akan digunakan untuk pengolahan data *software super decision.*

Tabel 4.1. Kriteria dan Sub-Kriteria yang digunakan dalam Pengelolaan Sampah Pasar

Kriteria	Sub-Kriteria	Kode
Dampak Lingkungan (DL)	a. Pencemaran air (*eutrophication, acidification*) b. Pencemaran tanah (*acidification*) c. Pencemaran udara (*global warming, ozone layer depletion*)	(DL1) (DL2) (DL3)
Teknis Operasional (TO)	a. Ketersediaan lahan b. Kemudahan operasional c. Ketersediaan sumber daya manusia	(TO1) (TO2) (TO3)
Peraturan/Hukum (PH)	a. Ketersediaan rencana induk pengelolaan sampah b. MoU kerja sama antar daerah c. Kerja sama dan peran swasta d. Tersedia peraturan daerah	(PH1) (PH2) (PH3) (PH4)
Kelembagaan dan Organisasi (KO)	a. Ketersediaan institusi b. Bentuk lembaga c. Kerja sama antar daerah	(KO1) (KO2) (KO3)
Pembiayaan (P)	a. Investasi minimal b. Operasional & pemeliharaan c. Prospek pasar daur ulang d. Manfaat langsung	(P1) (P2) (P3) (P4)
Peran Serta Masyarakat (PSM)	a. Penguatan peran aktif masyarakat b. Penyerapan tenaga kerja c. Penerimaan masyarakat d. Menciptakan lapangan kerja	(PSM1) (PSM2) (PSM3) (PSM4)

Network ANP pada *software* Super Decision dibuat sesuai rancangan *network* ANP yang dibuat untuk menunjukkan adanya *dependency* antar sub kriteria dan alternatif. *Network* pada *software* Super Decision disusun dengan beberapa *cluster* seperti pada Gambar 4.2. *Cluster* di tingkat pertama merupakan tujuan dari pengolahan ANP yaitu memilih skenario terbaik pengelolaan sampah

pasar tradisional. *Cluster* di tingkat kedua yaitu kriteria dari pemilihan skenario terbaik. Terdapat 6 *cluster* yang berarti terdapat 6 kriteria dalam pemilihan skenario terbaik karena setiap *cluster* mewakili 1 kriteria.



Gambar 4.2. Network dalam Pemilihan Alternatif Skenario Pengelolaan Sampah Pasar Tradisional.

Cluster memiliki beberapa *node* yang merupakan sub kriteria dari setiap *cluster* atau kriteria. *Cluster* di tingkat terakhir adalah alternatif, berupa skenario yang dapat dipilih untuk pengelolaan sampah pasar tradisional. Setiap *cluster* yang ada di *network* ANP saling terhubung menggunakan garis panah *top-down-bottom-up* dan *looping* seperti pada kriteria, di mana kriteria satu akan berpengaruh dan tergantung dengan kriteria lain. Contoh *looping* terletak pada *cluster* kriteria dampak lingkungan (DL), hal itu berarti sub kriteria pencemaran

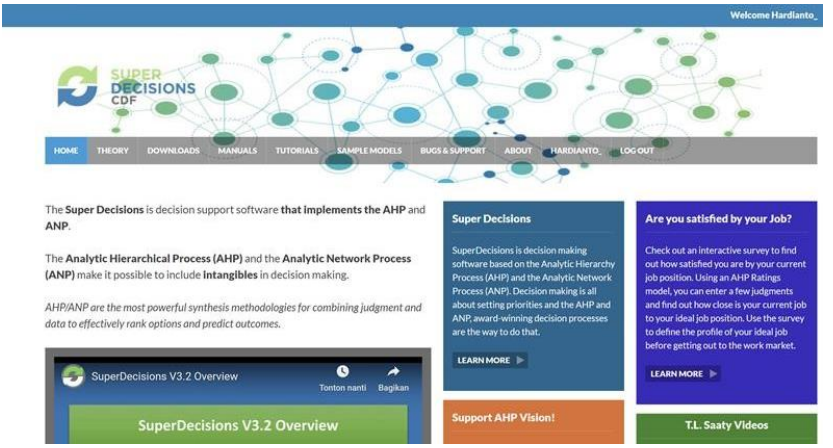
air (DL1) akan dipengaruhi oleh pencemaran tanah (DL2) dan pencemaran udara (DL3), sub kriteria pencemaran tanah (DL2) akan dipengaruhi oleh pencemaran air (DL1) dan pencemaran udara (DL3). Anak panah yang melingkar menunjukkan hubungan saling ketergantungan sub kriteria dalam satu kriteria (*inner dependency*), sedangkan anak panah yang lurus menunjukkan hubungan saling ketergantungan sub kriteria antar kelompok (*outer dependency).*

BAB 5

PETUNJUK ANALYTIC NETWORK PROCESS (ANP) DALAM PENGELOLAAN SAMPAH PASAR TRADISIONAL MENGGUNAKAN SOFTWARE SUPER DECISIONS

A. Super Decisions

Super Decisions *Software* digunakan untuk pengambilan keputusan dengan ketergantungan dan umpan balik. Perangkat lunak ini memungkinkan Anda membuat dan mengelola model AHP dan ANP, memasukkan penilaian Anda, dan mengumpulkan hasil dan melakukan analisis sensitivitas. Selain itu, ini mendukung model BOCR yang rumit dan bertingkat (Manfaat - Peluang - Biaya - Risiko). Dalam proses pemecahan masalah, mengambil keputusan adalah proses.



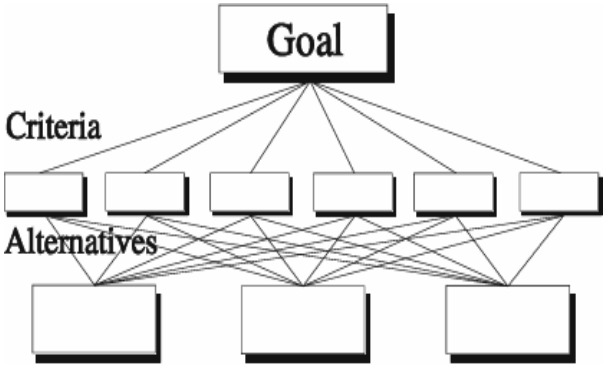
Gambar 5.1 Bagan proses ANP

B. *Analytic Network Process* (ANP)

Menurut paradigma kontemporer, segala sesuatu berhubungan satu sama lain dan ada aliran pengaruh di antaranya. ANP saat ini digunakan untuk mengumpulkan berbagai aspek pengetahuan implisit.

Bukan pada tingkat hierarki, elemen dikelompokkan ke dalam kelompok-kelompok faktor yang berhubungan. Faktor induk dalam suatu kelompok berhubungan dengan elemen lain dalam kelompok lain, seperti alternatif keputusan. Kluster, elemen, dan garis (panah) membentuk jaringan. ANP adalah teori deskriptif yang menggabungkan langkah-langkah ini untuk mencocokkan apa yang sebenarnya dilakukan orang atau membantu mereka menjadi lebih baik daripada sebelumnya.

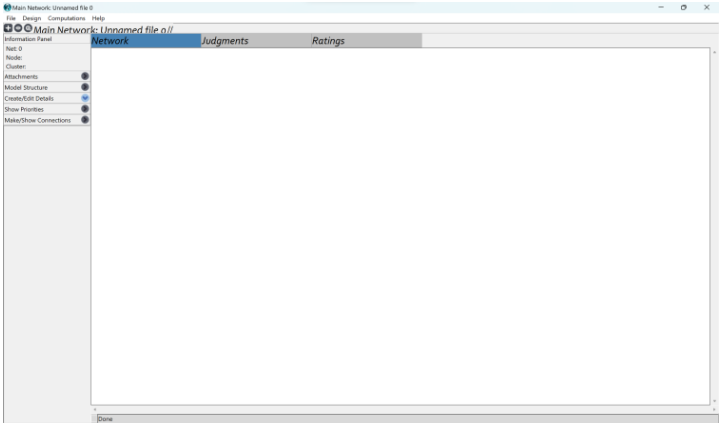
Teori ini menggunakan hanya pemikiran dan firasat kualitatif dan tidak terbatas pada pemikiran *top-down* dalam model hierarki. Model jaringan *multi-level* yang kompleks menggabungkan manfaat, peluang, biaya, dan risiko dari jaringan sederhana.



Gambar 5.2 Jaringan Umpan Balik dalam ANP

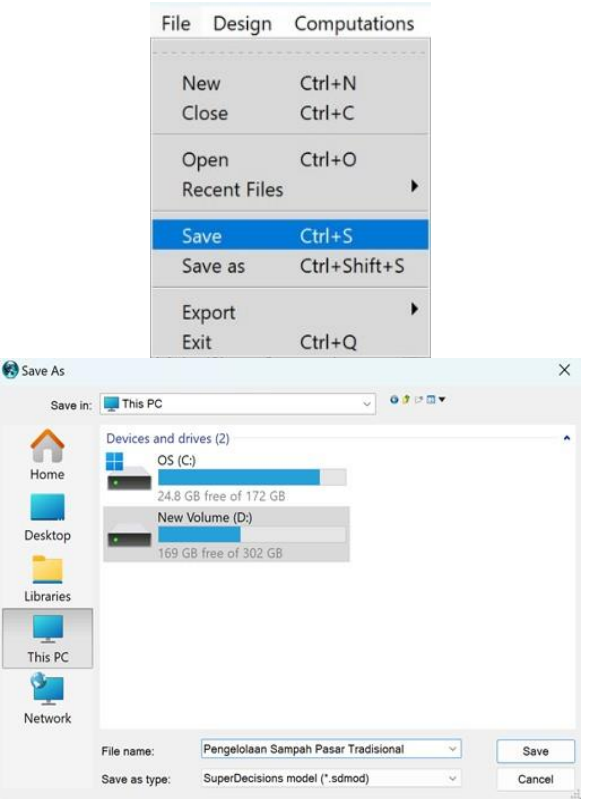
C. Penggunaan *Analytic Network Process* (ANP)

a. Buka jendela *worksheet* **Super Decisions versi 3.2**



Gambar 5.3 Jendela Super Decisions versi 3.2

b. Simpan dan beri nama *project* di lokasi *file* yang diinginkan. Pilih menu **File**, lalu pilih **Save**.

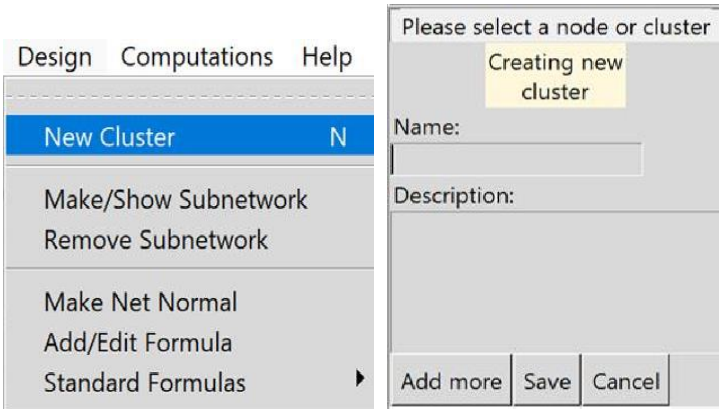


Gambar 5.4 Nama dan Lokasi File

c. Membuat *Cluster* (kriteria) Baru

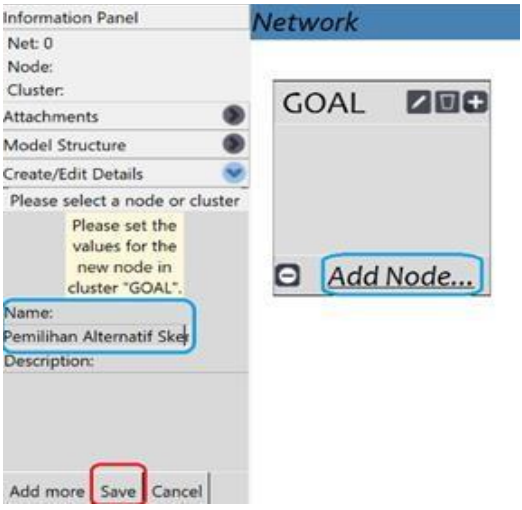
a) Pilih menu **Design**, lalu pilih **New Cluster**.

b) Beri nama pada *Cluster,* kemudian pilih **Add more** untuk menambahkan *cluster* lainnya atau pilih Save untuk menyimpan *cluster*.



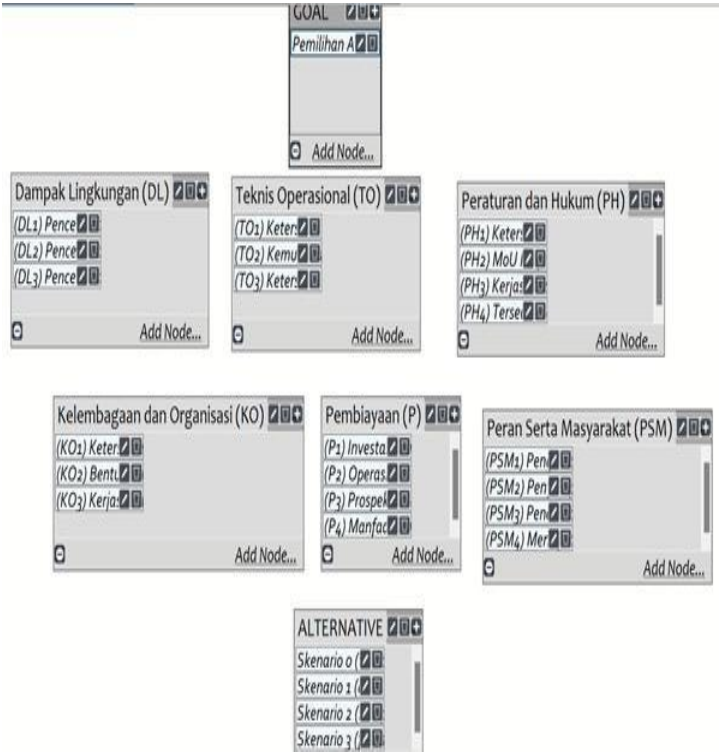
Gambar 5.5 Pembuatan *Cluster* Baru

4. Membuat *Node* dalam *Cluster*
   a) Setelah memberi nama pada *cluster,* misalnya '*GOAL*', *node* dapat dibuat dengan pilih **Add Nodes** pada pojok kanan bawah tabel *cluster*
   b) Lalu beri nama *node* tersebut pada kolom yang telah disediakan
   c) Kemudian pilih **save** untuk menyimpan



Gambar 5.6 Pembuatan *Node*

5. Menghubungkan tiap *cluster* dan/atau *node* dengan garis *top-down-bottom-up* dan *looping*
   a) Setelah semua *Cluster* dan *Node* telah dibuat, maka selanjutnya adalah menghubungkan tiap *cluster* dan/atau *node* dengan garis.



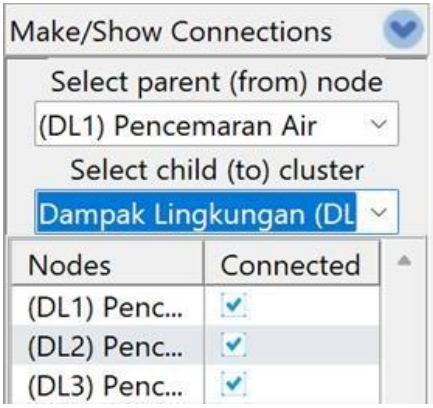
Gambar 5.7 *Cluster* dan *Node*

   b) Pilih **Show/Make Connection**
   c) Lalu pilih **Parent** dari *Node* dan pilih **Child** dari Cluster sebagai *Node* yang ingin dihubungkan

6. *Network* atau jaringan

   Setelah *Cluster* dan *Nodes* selesai dibuat, maka

hasilnya adalah sebuah Network atau jaringan yang akan dianalisis seperti pada gambar berikut:



Gambar 5.8 Network Pemilihan alternatif skenario pengelolaan sampah pasar tradisional

7. Membuat Putusan untuk Penilaian (Kuesioner)

   a) Network yang telah dibuat, juga akan menunjukkan perbandingan berpasangan *Cluster* dan antar *Node* dalam bentuk *Graphical/Verbal/Matrix/Questionnare/Direct*

   b) Penilaian ini akan diisi oleh responden dalam penentuan keputusan dari tujuan yang ingin dicapai

Gambar 5.9 Perbandingan Berpasangan pada *Cluster Goal* dalam Bentuk Kuesioner

8. *Judgement* atau Penilaian Perbandingan Berpasangan

   a) Pengisian hasil penilaian perbandingan berpasangan dapat dilakukan dalam beberapa cara, di sini cara yang digunakan adalah *Matrix*.

   b) Mode *matrix diinput* dengan cara memasukkan penilaian dalam sel dengan mengetikkan nomor dari *Fundamental 1-9 Scale*. Arah anak panah (*direction of the arrow*) menunjukkan kriteria mana yang lebih penting.

   c) *Parent* node di sini adalah *node Goal* yang sedang dibandingkan berkenaan dengan *Goal*. *Inconsistency* harus kurang dari 0.10 (atau <10%).

Gambar 5.10 Penilaian Perbandingan Berpasangan

9. Analisis *Super Matrix*
   a) Analisis *Super Matrix* yang pertama adalah Unweighted *Super Matrix,* dengan cara pilih Computation, lalu pilih *Unweighted Super Matrix (Graphical Ctrl-U)*

Main Network: Pemilihan Skenario Pengolahan Sampah Vr 2.sdmod: formulaic: ratings: Unweighted Super Matrix

Clusters	Nodes	Pemilihan Alternatif Skenario
ALTERNATIVES	Skenario 0 (Tidak Dilakukan Pengelolaan)	0.000000
	Skenario 1 (Daur Ulang Sampah Kering)	0.000000
	Skenario 2 (Komposting)	0.000000
	Skenario 3 (Fasilitas Daur Ulang Terpadu)	0.000000
Dampak Lingkungan (DL)	(DL1) Pencemaran Air	0.400000
	(DL2) Pencemaran Tanah	0.400000
	(DL3) Pencemaran Udara	0.200000
GOAL	Pemilihan Alternatif Skenario Pengelolaan Sampah	0.000000
Kelembagaan dan Organisasi (KO)	(KO1) Ketersediaan Institusi	0.400000
	(KO2) Bentuk Lembaga	0.200000
	(KO3) Kerjasama Antar Daerah	0.400000
Pembiayaan (P)	(P1) Investasi Minimal	0.287924
	(P2) Operasional & Pemeliharaan	0.169156
	(P3) Prospek Pasar Daur Ulang	0.338312
	(P4) Manfaat Langsung	0.204609
Peran Serta Masyarakat (PSM)	(PSM1) Penguatan Peran Aktif Masyarakat	0.424863
	(PSM2) Penyerapan Tenaga Kerja	0.161286
	(PSM3) Penerimaan Masyarakat	0.270066
	(PSM4) Menciptakan Lapangan Kerja	0.143784
Peraturan/Hukum (PH)	(PH1) Ketersediaan Rencana Induk Pengelolaan Sampah	0.414670
	(PH2) MoU Kerja Sama Antar Daerah	0.123232
	(PH3) Kerja Sama dan Peran Swasta	0.140005
	(PH4) Tersedia Peraturan Daerah	0.322093
Teknis dan Operasional (TO)	(TO1) Ketersediaan Lahan	0.400000
	(TO2) Kemudahan Operasional	0.200000
	(TO3) Ketersediaan SDM	0.400000

Gambar 5.11 Contoh Hasil *Unweighted Super Matrix*

b) Kemudian analisis *Weighted Super Matrix,* dengan cara pilih Computation, lalu pilih *Weighted Super Matrix (Graphical Ctrl-Shift-W)*

Main Network: Pemilihan Skenario Pengolahan Sampah Vr 2.sdmod: formulaic: ratings: Weighted Super Matrix

Clusters	Nodes	Pemilihan Alternatif Skenario
ALTERNATIVES	Skenario 0 (Tidak Dilakukan Pengelolaan)	0.000000
	Skenario 1 (Daur Ulang Sampah Kering)	0.000000
	Skenario 2 (Komposting)	0.000000
	Skenario 3 (Fasilitas Daur Ulang Terpadu)	0.000000
Dampak Lingkungan (DL)	(DL1) Pencemaran Air	0.096052
	(DL2) Pencemaran Tanah	0.096052
	(DL3) Pencemaran Udara	0.048026
GOAL	Pemilihan Alternatif Skenario Pengelolaan Sampah	0.000000
Kelembagaan dan Organisasi (KO)	(KO1) Ketersediaan Institusi	0.032413
	(KO2) Bentuk Lembaga	0.016206
	(KO3) Kerjasama Antar Daerah	0.032413
Pembiayaan (P)	(P1) Investasi Minimal	0.032208
	(P2) Operasional & Pemeliharaan	0.018922
	(P3) Prospek Pasar Daur Ulang	0.037844
	(P4) Manfaat Langsung	0.022888
Peran Serta Masyarakat (PSM)	(PSM1) Penguatan Peran Aktif Masyarakat	0.128724
	(PSM2) Penyerapan Tenaga Kerja	0.048866
	(PSM3) Penerimaan Masyarakat	0.081824
	(PSM4) Menciptakan Lapangan Kerja	0.043563
Peraturan/Hukum (PH)	(PH1) Ketersediaan Rencana Induk Pengelolaan Sampah	0.061338
	(PH2) MoU Kerja Sama Antar Daerah	0.018229
	(PH3) Kerja Sama dan Peran Swasta	0.020710
	(PH4) Tersedia Peraturan Daerah	0.047644
Teknis dan Operasional (TO)	(TO1) Ketersediaan Lahan	0.046432
	(TO2) Kemudahan Operasional	0.023216
	(TO3) Ketersediaan SDM	0.046432

Gambar 5.12 Hasil *Weighted Super Matrix*

c) Analisis *Limit Matrix*, diperoleh dengan cara pilih Computation, lalu pilih Limit *Matrix* (*Graphical Ctrl-L*).

10. Prioritas Node *dan* Alternatif

a) Tahap ini menampilkan nilai prioritas (berdasarkan *Normalized by Cluster* dan *Limiting*) yang diperoleh oleh masing-masing node termasuk alternatif

b) Pilih **Computation**, lalu pilih **Priorities**

Main Network: Pemilihan Skenario Pengolahan Sam...

Here are the priorities.

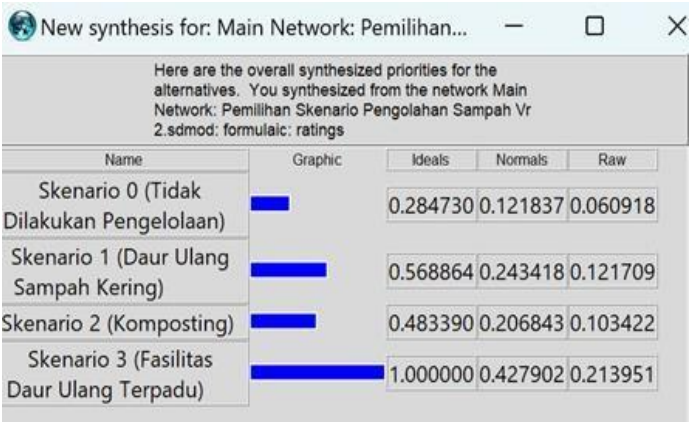
Icon	Name	Normalized by Cluster	Limiting
No Icon	Skenario 0 (Tidak Dilakukan Pengelolaan)	0.12184	0.060918
No Icon	Skenario 1 (Daur Ulang Sampah Kering)	0.24342	0.121709
No Icon	Skenario 2 (Komposting)	0.20684	0.103422
No Icon	Skenario 3 (Fasilitas Daur Ulang Terpadu)	0.42790	0.213951
No Icon	(DL1) Pencemaran Air	0.26297	0.031574
No Icon	(DL2) Pencemaran Tanah	0.25886	0.031080
No Icon	(DL3) Pencemaran Udara	0.47817	0.057411
No Icon	Pemilihan Alternatif Skenario Pengelolaan Sam~	0.00000	0.000000
No Icon	(KO1) Ketersediaan Institusi	0.29519	0.011960
No Icon	(KO2) Bentuk Lembaga	0.32525	0.013178
No Icon	(KO3) Kerjasama Antar Daerah	0.37955	0.015378

Gambar 5.13 Contoh Hasil Prioritas

11. Sintesis Hasil Keseluruhan

a) Pilih **Computation**, lalu pilih **Synthesize**

b) Pada tahap ini dapat diketahui hasil prioritas dari *Cluster* Alternative.

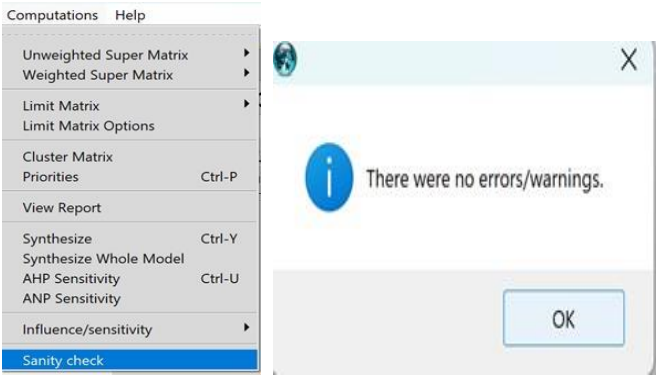


Gambar 5.14 Hasil Prioritas dari Alternatif

12. *Sanity Check*

a) *Sanity Check* digunakan untuk memeriksa operasi apabila terjadi ketidaksesuaian atau tidak lengkap pada jaringan dan perbandingan

b) Pilih **Computation**, lalu pilih **Sanity Check.**

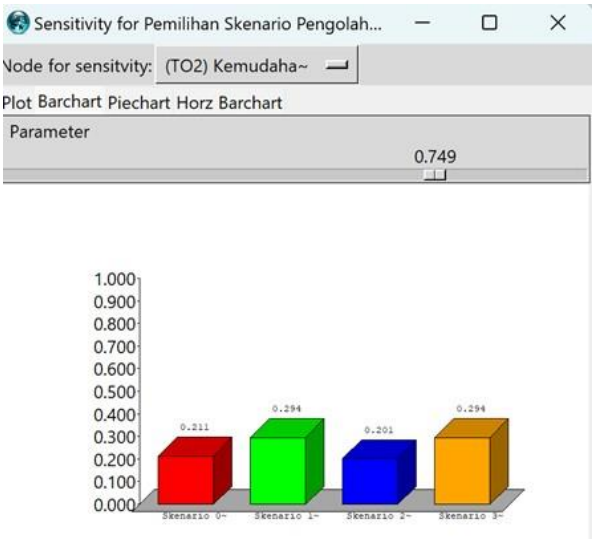


Gambar 5.15 Hasil *Sanity Check*

13. Uji *Sensitivitas*

a) Pilih **Computation**, lalu pilih **ANP Sensitivity**

b) Menampilkan hasil stabilitas prioritas alternatif dengan membuat simulasi variasi.



Gambar 5.16 Hasil Uji Sensitivitas pada Sub Kriteria

Daftar Pustaka

[1]. Undang-Undang RI Nomor 18 Tahun 2008 tentang *Pengelolaan Sampah*.

[2]. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 81 Tahun 2012 tentang *Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga*.

[3]. Peraturan Daerah Kabupaten Malang nomor 3 tahun 2012 tentang perlindungan dan pemberdayaan pasar tradisional serta penataan dan pengendalian pusat perbelanjaan dan toko modern, Pemerintah Kabupaten Malang.

[4]. Peraturan Daerah Kabupaten Malang nomor 2 tahun 2018 tentang pengelolaan Sampah, Pemerintah Kabupaten Malang.

[5]. Hardianto, H., Tjahjadi, M. E., Sunaryo, D. K., & Sudiasa, I. N. (2023). Life Cycle Assessment Of Traditional Market Solid Waste Management In Malang Regency, Indonesia. *Environment Protection Engineering*, *49*(3).

[6]. Pringgajaya, K. A., & Ciptomulyono, U. (2012). Implementasi Life Cycle Assessment (LCA) dan

Pendekatan Analytical Network Process (ANP) untuk Pengembangan Produk Hetric Lamp yang Ramah Lingkungan. Jurnal Teknik ITS, 1(1), A515-A520.

[7]. Simamora, S., Salundik (2006), Meningkatkan Kualitas Kompos, Agromedia Pustaka, Jakarta.

[8]. SNI 19-2454-2002, Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan, Departemen Pekerjaan Umum, Republik Indonesia.

[9]. Damanhuri, E., Padmi, T. (2010). Pengelolaan Sampah, Diktat Kuliah ITB Bandung.

[10]. Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Vigil, S. (1993). Integrated solid waste management: engineering principles and management issues. McGraw-Hill, Inc.

[11]. SNI 19-3964-1994, Metode pengambilan dan pengukuran contoh timbulan dan komposisi sampah perkotaan

[12]. **SNI M**-36-1991-03 Metode pengembalian dan pengukuran contoh timbulan dan komposisi sampah perkotaan

[13]. Iriawan, N., Astuti, S.P. (2006), *Mengolah Data Statistik dengan Mudah Menggunakan Minitab 14*, Andi Yogyakarta.

[14]. Buchori, I., Manullang, O.R., Basuki, Y. (2007), *Metode Analisis Perencanaan*, Buku Ajar, Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota, Universitas

Diponegoro, Semarang.

[15]. CPIS (1992), *Buku panduan Teknik Pembuatan Kompos dari Sampah Teori dan Aplikasinya*, Jakarta, Center for Policy and Implementation Studies (CPIS), 1992.

[16]. CPIS (1994), *Panduan Persiapan Pendirian Usaha Daur Ulang dan Produksi Kompos,* Jakarta, Center for Policy and Implementation Studies (CPIS), 1994.

[17]. Dubanowitz, A. J. (2000), *Design of a materials recovery facility (MRF) for processing the recyclable materials of New York City's municipal solid waste* (Doctoral dissertation, Columbia University).

[18]. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2012 tentang *Pedoman Pelaksanaan Reduce, Reuse, dan Recycle melalui Bank Sampah*.

[19]. Chang, N. B., Qi, C., Islam, K., & Hossain, F. (2012), Comparisons between global warming potential and cost–benefit criteria for optimal planning of a municipal solid waste management system. *Journal of Cleaner Production*, 20(1), 1-13.

[20]. Pires, A., Martinho, G., & Chang, N. B. (2011a), Solid waste management in European countries: a review of systems analysis techniques. *Journal of Environmental Management*, 92(4), 1033-1050.

[21]. Zopounidis, C., & Doumpos, M. (2002), Multicriteria classification and sorting methods: A literature review. *European Journal of Operational Research*, *138*(2), 229-246.

[22]. Saaty, T. L. (1996), Decision making with dependence and feedback: The analytic network process.

[23]. Saaty, T. L. (2004), Fundamentals of the analytic network process—Dependence and feedback in decision- making with a single network. *Journal of Systems science and Systems engineering*, *13*(2), 129-157.

Biodata Penulis

Hardianto memperoleh gelar Sarjana Teknik Lingkungan dari Institut Teknologi Nasional (ITN) Malang pada tahun 1998. Beliau memperoleh gelar Magister Teknik Lingkungan dari Institut Teknologi Sepuluh November (ITS) Surabaya pada tahun 2008, dan memperoleh gelar Doktor Teknik Lingkungan dari Institut Teknologi Sepuluh November (ITS) Surabaya pada tahun 2016. Saat ini bekerja sebagai Dosen dan peneliti di Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang. Minat penelitiannya meliputi pengelolaan sampah, pengelolaan limbah B3, LCA dan ANP.

Dedy Kurnia Sunaryo memperoleh gelar Sarjana Teknik Geodesi dari Institut Teknologi Nasional (ITN) Malang pada tahun 1994. Beliau memperoleh gelar Magister Teknik Geodesi dari Institut Teknologi Bandung (ITB) pada tahun 2000. Saat ini bekerja sebagai Dosen dan peneliti di Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang. Minat penelitiannya meliputi Pengembangan Geodatabase, Pengindraan Jauh Satelit, Sistem Informasi Geografis, dan Teknologi Ramah

Lingkungan. Ia juga aktif di Organisasi Survei Indonesia, Masyarakat pengindraan Jauh Indonesia, dan membantu pemerintah mengembangkan kebijakan satu peta di Indonesia.

I Nyoman Sudiasa memperoleh gelar Sarjana Ilmu Matematika dari Institut Teknologi Sepuluh November (ITS) Surabaya pada tahun 2000. Beliau memperoleh gelar Magister Ilmu Statistika dari Institut Teknologi Sepuluh November (ITS) Surabaya pada tahun 2007. Saat ini bekerja sebagai Dosen dan peneliti di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang. Minat penelitiannya meliputi statistika dalam pengelolaan lingkungan.

Buku petunjuk ini ditujukan sebagai acuan dalam upaya pengambilan keputusan pengelolaan sampah di pasar tradisional. Aspek lingkungan dan non lingkungan dipertimbangkan dalam pengambilan keputusan. Materinya disusun dan dibahas secara sederhana agar mudah dipahami dan dapat diaplikasikan kalangan praktisi, mahasiswa, akademisi, dan masyarakat umum. Setiap topik yang dibahas dalam buku ini tersusun secara sistematis dan ringkas, serta dilengkapi dengan contoh pengaplikasian pada software **SUPER DECISIONS.**

Buku ***PENGELOLAAN SAMPAH PASAR TRADISIONAL MENGGUNAKAN SOFTWARE SUPER DECISIONS*** terdiri dari 5 BAB antara lain BAB I Pengelolaan Sampah Pasar, BAB II Timbulan, Komposisi, Karakteristik Sampah Pasar, BAB III Analisis Cluster Dalam Pengelolaan Sampah Pasar, BAB IV Analytic Network Process (ANP), Bab V Petunjuk Analytic Network Process (ANP) Dalam Pengelolaan Sampah Pasar Tradisional. Setiap bab dijelaskan secara detail dan rigkas sehingga pembaca mudah memahaminya.

Penerbit: Insan Cendekia Mandiri
Jorong Pak, Pamaring Panjang, Sijunjung
Sijunjung, Sumatera Barat - Indonesia 27554
Email: insancendekiamandiri.group@gmail.com
Website: www.insancendekiamandiri.co.id

IKAPI

TEKNOLOGI

9 786231 795078