

**KAMPUNG DAUR ULANG DI KABUPATEN DELI SERDANG  
DENGAN PENDEKATAN BANGUNAN HEMAT ENERGI**

**TUGAS AKHIR**

**Disusun Oleh:**

**SOFIA RANTI**

**218140005**

**Dosen Pembimbing:**

**Saufa Yardha Moerni, ST, MT**



**PROGRAM STUDI ARSITEKTUR**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

**2025**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 12/5/26

Access From (repositori.uma.ac.id)12/5/26

**KAMPUNG DAUR ULANG DI KABUPATEN DELI SERDANG  
DENGAN PENDEKATAN BANGUNAN HEMAT ENERGI**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Kepada:**

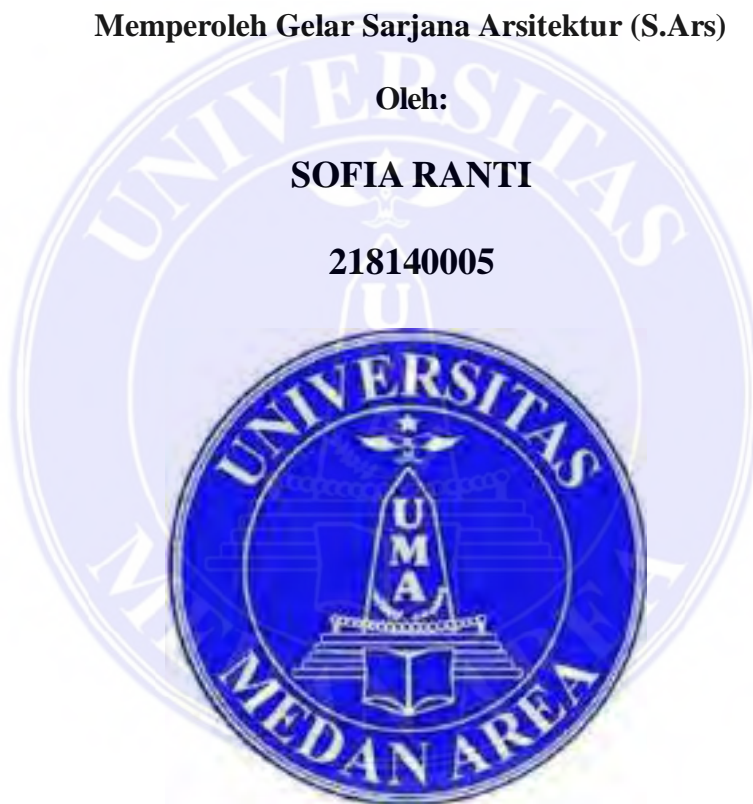
**Universitas Medan Area Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam**

**Memperoleh Gelar Sarjana Arsitektur (S.Ars)**

**Oleh:**

**SOFIA RANTI**

**218140005**



**PROGRAM STUDI ARSITEKTUR**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

**2025**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 12/5/26

Access From (repositori.uma.ac.id)12/5/26

## LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir : Kampung Daur Ulang di Kabupaten Deli Serdang dengan Pendekatan Bangunan Hemat Energi

Nama : Sofia Ranti

NPM : 218140005

Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh

Komisi  
Pembimbing

  
Saufa Yardha Moerni, S.T., M.T

Pembimbing

  
Dr. Eng. Supriatno, S.T., M.T  
Dekan Fakultas Teknik

  
Yunita Svafitri Rambe, S.T., M.T  
Kepala Program Studi Arsitektur

Lulus Tanggal: 22 Agustus 2025

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 12/5/26

Access From (repositori.uma.ac.id)12/5/26

## TUGAS AKHIR

Oleh:

Sofia Ranti

218140005

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji TUGAS AKHIR dan Dinyatakan

Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

Arsitektur (S.Ars)

Tanggal: 22 Agustus 2025

Menyetujui:

Tim Penguji

Ketua Penguji : Sherlly Maulana, S.T., M.T

Sekretaris Penguji : Ir. Neneng Yulia Barky, M.T

Anggota Penguji : Rina Saraswaty, S.T., M.T

Mengesahkan,



Yunita Svafitri Rambi, S.T., M.T  
Kepala Program Studi Arsitektur

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

NAMA : Sofia Ranti  
NIM : 218140005  
FAKULTAS : Teknik  
JURUSAN : Arsitektur  
JUDUL TUGAS AKHIR : Kampung Daur Ulang di Kabupaten Deli  
Serdang dengan Pendekatan Bangunan  
Hemat Energi

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa saya bertanggung jawab atas orisinalitas karya ini. Saya bersedia bertanggung jawab dan sanggup menerima sanksi yang ditentukan apabila dikemudian hari ditemukan berbagai bentuk kecurangan tindakan plagiatisme dan indikasi ketidakjujuran di dalam karya ini.

Medan, 20 Agustus 2025



Sofia Ranti  
218140005

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 12/5/26

Access From (repositori.uma.ac.id)12/5/26

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS  
AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sofia Ranti  
NPM : 218140005  
Program Studi : Arsitektur  
Fakultas : Teknik  
Jenis karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty- Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul: **“Kampung Daur Ulang di Kabupaten Deli Serdang dengan Pendekatan Bangunan Hemat Energi”**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada tanggal : 20 Agustus 2025

Yang menyatakan



( Sofia Ranti )

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 12/5/26

Access From (repositori.uma.ac.id)12/5/26

## ABSTRAK

Permasalahan sampah merupakan krisis lingkungan dan sosial yang terjadi di berbagai wilayah Indonesia, termasuk Kabupaten Deli Serdang. Timbulan sampah yang tidak tertangani telah mencemari lingkungan, memperburuk sanitasi, serta meningkatkan risiko penyakit. Kecamatan Namorambe, khususnya desa-desa seperti Deli Tua, Kuta Tualah, dan Batu Gemuk, menjadi jalur distribusi sampah liar yang signifikan. Desa Sudirejo, yang berada di Jalan Pahlawan II, termasuk dalam kawasan terdampak dan dipilih sebagai lokasi perancangan Kampung Daur Ulang. Perancangan ini dikembangkan sebagai solusi berbasis komunitas yang mengintegrasikan pendekatan arsitektur hemat energi. Konsep desain memanfaatkan strategi sistem pasif seperti ventilasi silang dan pencahayaan alami, serta pemilihan material lokal maupun daur ulang. Perancangan dilakukan melalui metode kualitatif-deskriptif berbasis studi kasus, yang diawali dengan observasi lapangan, studi literatur, dan analisis tapak untuk merumuskan desain yang kontekstual dan adaptif terhadap iklim tropis. Kampung Daur Ulang ini diharapkan dapat menjadi model percontohan dalam pengelolaan sampah terpadu yang tidak hanya efisien secara teknis, tetapi juga mampu meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap nilai ekonomi dan lingkungan dari limbah, serta menghadirkan ruang publik yang fungsional dan mengedukasi masyarakat.

**Kata kunci:** kampung daur ulang, pengelolaan sampah, bangunan hemat energi, studi kasus, arsitektur

## **ABSTRACT**

*The waste problem is an environmental and social crisis occurring across various regions of Indonesia, including Deli Serdang Regency. Unmanaged waste accumulation has polluted the environment, worsened sanitation conditions, and increased the risk of disease. Namorambe District, particularly villages such as Deli Tua, Kuta Tualah, and Batu Gemuk, has become a significant route for illegal waste disposal. Sudirejo Village, located on Jalan Pahlawan II and within the affected area, was selected as the site for designing a Recycling Village. This project was developed as a community-based solution that integrates an energy-efficient architectural approach. The design concept applies passive system strategies such as cross ventilation and natural lighting, along with the use of local and recycled materials. The design process uses a qualitative-descriptive method with a case study approach, starting from site observation, literature review, and site analysis to formulate a contextual and climate-responsive design. The Recycling Village is expected to serve as a model for integrated waste management that is not only technically efficient but also raises community awareness of the economic and environmental value of waste. It also aims to provide a functional public space that educates and empowers local communities.*

**Keywords:** recycling village, waste management, energy-efficient building, case study, architecture

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Sofia Ranti  
Jenis Kelamin : Perempuan  
Tempat & Tanggal Lahir : Medan, 30 Januari 2002  
Alamat : Pasar II No. 89, Dusun Asih, Desa Sudirejo, Kab. Deli  
Serdang, Namorambe, Sumatera Utara, 20356.  
Telepon / WhatsApp : -  
Email : [uzmksopi@gmail.com](mailto:uzmksopi@gmail.com)

Penulis merupakan anak perempuan bungsu dari tiga bersaudara yaitu Riduan Nedo dan Adelia Wandiri, putri dari pasangan almarhum Bapak Muhammad Joni dan almarhumah Ibu Erlina Br. Sembiring. Sejak kecil, penulis tumbuh dalam lingkungan keluarga yang sederhana namun sarat akan semangat belajar, berani, nilai tanggung jawab, serta dukungan kasih sayang yang tulus.

Penulis memulai pendidikan formal di SD Negeri 101798 Jalan Pamah Deli Tua, kemudian melanjutkan ke jenjang menengah pertama di MTs Istiqlal Jalan Stasiun, Delitua. Pendidikan menengah atas ditempuh di SMK Negeri 2 Medan, jurusan Teknik Gambar Bangunan. Setelah lulus, penulis sempat mengambil masa jeda satu tahun untuk bekerja sebelum akhirnya diterima sebagai mahasiswa di Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area pada tahun 2021.

Sejak masa sekolah hingga saat ini, penulis aktif sebagai peserta binaan Yayasan Al-Kahfi Cabang Medan, sebuah organisasi pembinaan moral dan karakter remaja yang memperkuat semangat sosial dan spiritual penulis dalam kehidupan sehari-hari.

Penulis memiliki ketertarikan khusus terhadap isu lingkungan dan arsitektur. Hal ini mendorong lahirnya ide dan gagasan dalam perancangan “*Kampung Daur Ulang di Kabupaten Deli Serdang*”, sebagai bagian dari kontribusi kecil.



## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taufiq, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan seminar hasil ini sebagai bagian dari proses penyusunan tugas akhir. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, suri teladan sepanjang zaman yang telah membawa umat manusia menuju jalan yang terang.

Laporan seminar hasil ini tidak mungkin dapat diselesaikan tanpa dukungan, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng., M.Sc., selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Dr. Eng, Supriatno, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik.
3. Yunita Syafitri Rambe, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Arsitektur.
4. Ibu Saufa Yardha Moerni, S.T., M.T., selaku pembimbing yang telah memberikan arahan, kritik membangun, serta motivasi yang berarti selama proses perancangan tugas akhir ini.
5. Seluruh dosen dan tenaga kependidikan Jurusan Arsitektur Universitas Medan Area atas ilmu dan bimbingannya selama masa studi.

Ucapan terima kasih dan penghormatan yang mendalam juga penulis persembahkan kepada almarhum ayahanda tercinta, Muhammad Joni, dan almarhumah ibunda, Erlina Br. Sembiring, atas segala cinta, doa, dan perjuangan yang menjadi semangat terbesar dalam langkah hidup penulis. Semoga Allah SWT menempatkan keduanya dalam tempat terbaik di sisi-Nya. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada abang tercinta Riduan Nedo dan kakak tersayang Adelia Wandiri atas doa, dukungan moral, dan semangatnya yang tak pernah henti.

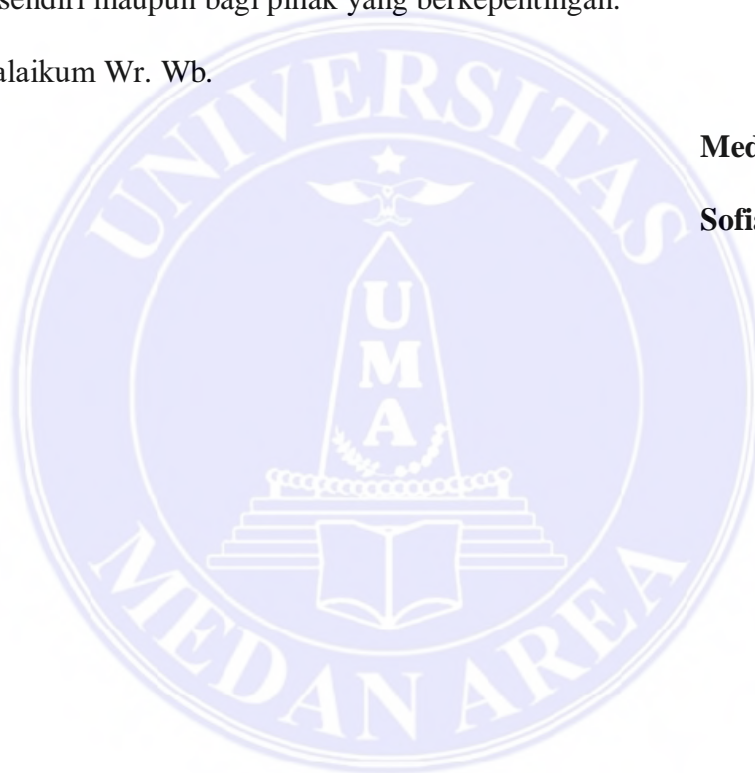
Tak lupa, penulis juga menyampaikan terima kasih kepada tiga teman seperjuangan selama masa kuliah, serta kepada *sosok* terkasih yang telah memberikan dukungan emosional dan semangat selama proses ini. Semoga kebaikan semua pihak menjadi amal jariyah dan keberkahan tersendiri.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh sebab itu, saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan demi penyempurnaan ke depannya. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat serta kontribusi nyata, baik bagi penulis sendiri maupun bagi pihak yang berkepentingan.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

**Medan, Juni 2025**

**Sofia Ranti**



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	iv
ABSTRAK.....	v
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.3 Tujuan dan Manfaat.....	6
1.4 Batasan Masalah.....	7
1.5 Pendekatan Perancangan.....	8
1.6 Diagram Kerangka Berfikir Metode Perancangan.....	9
BAB II.....	1
TINJAUAN PUSTAKA.....	1
2.1 Tinjauan Objek Rancangan.....	1
2.1.1 Kampung Daur Ulang.....	1
2.1.2 Bangunan Hemat Energi.....	3
2.2 Tinjauan Pendekatan Rancangan.....	5
2.2.1 Pengertian Arsitektur Hemat Energi (Energy-Efficient Architecture).....	5
2.2.2 Sistem Daur Ulang dalam Pengelolaan Sampah.....	24
2.2.3 Pendekatan Teknologi pada Sistem Pengelolaan Sampah.....	26
2.2.4 Peralatan Daur Ulang.....	29
2.3 Studi Banding.....	31
2.3.1 Studi Banding Tema Sejenis.....	31

2.3.2	Studi Banding Proyek Sejenis .....	40
BAB III .....		58
METODOLOGI PERANCANGAN.....		58
3.1	Metode Perancangan yang Diterapkan.....	58
3.2	Teknik Pengumpulan dan Pengolahan Data.....	58
3.2.1	Data Primer.....	59
3.2.2	Data Sekunder.....	59
3.3	Teknik Analisis .....	61
3.3.1	Analisis Fungsi .....	61
3.3.2	Analisis Pengguna dan Aktivitas .....	61
3.3.3	Analisis Ruang.....	62
3.3.4	Analisis Tapak .....	62
3.3.5	Analisis Bentuk.....	63
3.3.6	Analisis Struktur .....	63
3.3.7	Analisis Utilitas .....	63
3.4	Sintesis (perumusan metode).....	63
BAB IV.....		65
ANALISIS PERANCANGAN.....		65
4.1	Ide Teknik Analisis .....	65
4.2	Gambaran Umum Lokasi Perancangan.....	65
4.2.1	Kondisi Geografis .....	65
4.3	Data Fisik .....	66
4.3.1	Topografi.....	66
4.3.2	Klimatologi.....	67
4.4	Data Non Fisik .....	72
4.4.1	Kependudukan .....	72
4.5	Profil Tapak .....	72
4.5.1	Syarat dan Ketentuan Tapak.....	72
4.5.2	Tapak Rancangan.....	74
4.6	Analisis Objek .....	78

4.6.1	Analisis Fungsi .....	78
4.6.2	Analisis Aktivitas.....	85
4.6.3	Analisis Pengguna.....	89
4.6.4	Alur Sirkulasi Pengguna .....	99
4.6.5	Analisis Ruang.....	100
4.6	Analisis Bentuk.....	130
4.8	Analisis Tapak .....	133
BAB V	.....	139
KONSEP PERANCANGAN	.....	139
5.1	Konsep Rancangan.....	139
5.3	Konsep Tapak.....	140
5.4	Konsep Bentuk .....	141
5.5	Konsep Struktur .....	142
5.6	Konsep Utilitas .....	144
5.7	Proses Pengolahan Sampah .....	146
5.8	Dasar Perancangan.....	147
5.9	Penerapan Hasil Rancangan pada Tapak.....	147
5.9.1	Zonasi.....	149
5.9.2	Penerapan Akses dan Sirkulasi.....	149
5.10	Penerapan Hasil Rancangan pada Pola Sirkulasi Ruang .....	150
5.10.1	Fasad Bangunan.....	151
5.10.2	Interior Ruang pada Bangunan.....	152
5.10.3	Tampilan Kawasan .....	155
BAB VI	.....	157
PENUTUP	.....	157
6	Kesimpulan.....	157
DAFTAR PUSTAKA	.....	158
LAMPIRAN	.....	161

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 1 Rantai Wilayah Sumber Sampah Kecamatan Namorambe.....	2
Gambar 1 2 Timbulan Sampah di Pasar Deli Tua pada bulan November 2024 .....	3
Gambar 1 3 Timbulan Sampah di Pasar Deli Tua pada bulan Desember 2024.....	3
Gambar 1 4 Sampah Liar di Tepi Jalan Pasar Deli Tua.....	4
Gambar 1 5 Petugas Kebersihan saat Membersihkan Drainase .....	4
Gambar 1 6 Kerangka Berfikir.....	9
Gambar 2 1 Shading untuk Mengurangi atau Memblokir Sinar Matahari .....	8
Gambar 2 2 Tanaman Hijau sebagai Penyaring Cahaya di Jendela .....	9
Gambar 2 3 Skema Sirkulasi Udara Berdasarkan Arah Angin dan Posisi Bukaannya.....	9
Gambar 2 4 10 - 20% Bukaannya dari Total Luas Lantai.....	10
Gambar 2 5 Bukaannya Cahaya tertutup (Kaca Buram, Glass Block, dan Polycarbonate) ....	11
Gambar 2 6 Kaca Pemantul Panas.....	12
Gambar 2 7 Kaca Penyerap Panas.....	12
Gambar 2 8 Mengurangi Bukaannya pada Sumber Kebisingan.....	13
Gambar 2 9 Hindari Bentuk Bangunan Memanjang pada Arah Sinar Matahari.....	14
Gambar 2 10 Bentuk Bangunan Memanjang pada Arah selain Arah Terbit dan Tenggelam Matahari.....	14
Gambar 2 11 Perkerasan Taman .....	15
Gambar 2 12 Ventilasi Menumpuk .....	16
Gambar 2 13 Ventilasi Satu Sisi.....	17
Gambar 2 14 Ventilasi Silang .....	17
Gambar 2 15 Plafon Tinggi Membebaskan Pergerakan Udara.....	18
Gambar 2 16 Ventilasi Atap Mengalirkan Udara Panas ke Luar .....	19
Gambar 2 17 Material Alami Kayu, Batu Alam, dan Bata.....	20
Gambar 2 18 Pengaruh Warna pada Suhu .....	21
Gambar 2 19 Teras Memberi Perbedaan Suhu.....	21
Gambar 2 20 Ilustrasi Teras dan Teritisan Menetralkan Suhu Luar Bangunan.....	22
Gambar 2 21 Olahan sampah organik oleh maggot .....	27
Gambar 2 22 Sampah campuran menjadi RDF.....	28
Gambar 2 23 Material Plastik Hasil Ekstrusi.....	29
Gambar 2 24 Bandar Udara Internasional Banyuwangi .....	32

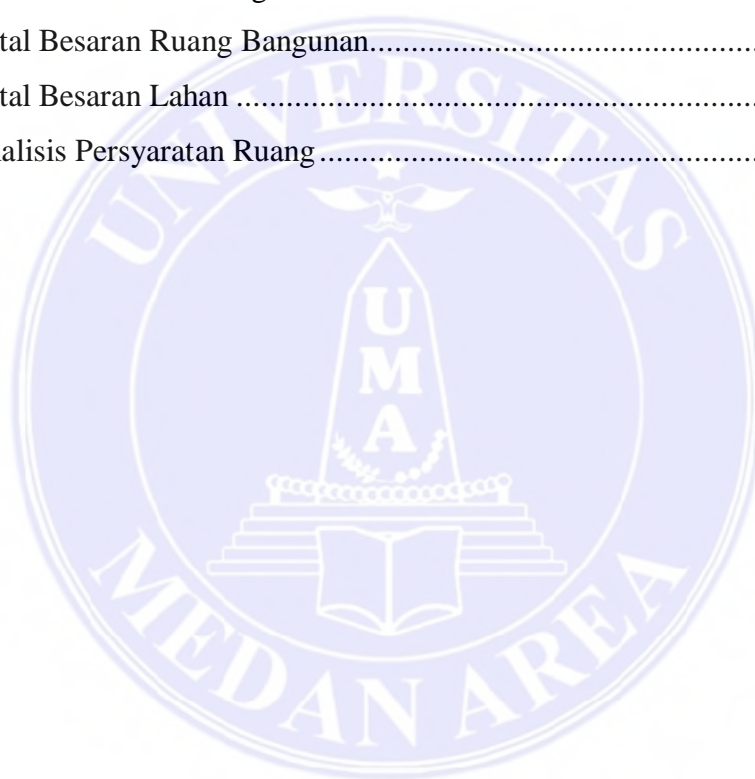
Gambar 2 25 Penggunaan Kipas Baling-Baling Ukuran Besar .....	34
Gambar 2 26 Kisi-Kisi Sebagai Pengganti Dinding Solid.....	34
Gambar 2 27 Kolam Ikan sebagai Mikroklimat .....	35
Gambar 2 28 Dinding Tidak Menyentuh Plafon Sepenuhnya .....	35
Gambar 2 29 Skylight pada area toilet .....	36
Gambar 2 30 Skylight pada fasilitas Bandara Banyuwangi.....	36
Gambar 2 31 Skylight pada mushola.....	36
Gambar 2 32 Kisi-Kisi Kayu untuk Menyaring Panas dan Udara .....	37
Gambar 2 33 Taman Tengah dan Area Hijau sebagai Penyejuk.....	37
Gambar 2 34 Green Roof.....	38
Gambar 2 35 Kamikatsu Zero Waste Center .....	41
Gambar 2 36 Pembagian Fungsi Ruang.....	42
Gambar 2 37 Tampilan Luar Hotel WHY .....	43
Gambar 2 38 Ruang Diskusi Pengelola .....	43
Gambar 2 39 Restroom Kamikatsu Zero Waste.....	44
Gambar 2 40 Ruang Komunitas .....	44
Gambar 2 41 Toko Kuru-kuru.....	45
Gambar 2 42 Area Sortir Sampah Daur Ulang.....	45
Gambar 2 43 700 Jendela Bekas .....	46
Gambar 2 44 Struktur Kaki Kolom Menggunakan Material Kayu Cedar.....	46
Gambar 2 45 Denah Sirkulasi Kamikatsu Zero Waste.....	47
Gambar 2 46 JOWI (Jangjo Zero Waste Integrated) System.....	47
Gambar 2 47 Proses Penyortiran .....	49
Gambar 2 48 Area Pemilahan Sampah Jangjo .....	49
Gambar 2 49 Pemilahan dilakukan Manual dibantu Conveyor Veeder .....	50
Gambar 2 50 Area Junk to Food .....	50
Gambar 2 51 Proses Pencacahan Sampah Organik .....	50
Gambar 2 52 Cacahan Sampah Organik untuk Pakan Maggot.....	51
Gambar 2 53 Area Budidaya Maggot.....	51
Gambar 2 54 Maggot sebagai Pakan Ternak Berkualitas .....	51
Gambar 2 55 Manggot menghasilkan Kompos.....	52
Gambar 2 56 Area Junk to Energy .....	52
Gambar 2 57 Mesin Trommel Screen menghasilkan RDF dan SRF.....	53
Gambar 2 58 Sampah RDF dan SRF untuk Bahan Bakar Pengganti.....	53

Gambar 2 59 Area Junk to Material .....	53
Gambar 2 60 Proses Ekstraksi Sampah Plastik .....	54
Gambar 2 61 Menghasilkan Material yang Kokoh .....	54
Gambar 2 62 Alur Pengolahan Sampah Jowi .....	57
Gambar 4 1 Tahap Analisis .....	65
Gambar 4 2 Peta Kecamatan Namorambe .....	66
Gambar 4 3 Grafik Suhu Kecamatan Namorambe 2024 .....	67
Gambar 4 4 Analisis Jalur Edar Matahari pada Site 2024 .....	68
Gambar 4 5 Diagram Penyinaran Matahari Kecamatan Namorambe 2024.....	68
Gambar 4 6 Diagram Curah Hujan Kecamatan Namorambe 2024 .....	69
Gambar 4 7 Diagram Kelembaban Kecamatan Namorambe 2024 .....	70
Gambar 4 8 Grafik Kecepatan Angin Kecamatan Namorambe 2024 .....	70
Gambar 4 9 Diagram Arah dan Kekuatan Angin Kecamatan Namorambe (Desa Sudirejo) .....	71
Gambar 4 10 Lokasi Perancangan .....	75
Gambar 4 11 RTRW Deli Serdang.....	76
Gambar 4 12 Ukuran Tapak Perancangan .....	76
Gambar 4 13 Visualisasi Kondisi Eksisting .....	77
Gambar 4 14 Jarak Tapak Perancangan dengan Jalan Deli Tua Pamah.....	78
Gambar 4 15 Mangkuk Retakan Filosofi Kintsugi.....	130
Gambar 4 16 Transformasi Bentuk .....	131
Gambar 4 17 Zona Massa Bangunan.....	132
Gambar 4 18 Regulasi Tapak .....	133
Gambar 4 19 Batasan Tapak .....	134
Gambar 4 20 Analisis Iklim Matahari .....	135
Gambar 4 21 Analisis Iklim Curah Hujan .....	136
Gambar 4 22 Analisis Iklim Arah Angin.....	136
Gambar 4 23 Analisis Vegetasi.....	137
Gambar 4 24 Analisis Kebisingan .....	137
Gambar 4 25 Analisis Visual Tapak.....	138
Gambar 4 26 Analisis Karakter Tapak.....	138
Gambar 5 1 Siteplan .....	141

Gambar 5 2 Perspektif Kawasan .....	142
Gambar 5 3 Konsep Struktur Atap .....	142
Gambar 5 4 Konsep Struktur Kolom.....	143
Gambar 5 5 Konsep Struktur Pondasi .....	143
Gambar 5 6 Konsep Utilitas .....	144
Gambar 5 7 Konsep Air Kotor .....	144
Gambar 5 8 Konsep Listrik pada Desain .....	145
Gambar 5 9 Konsep Jalur Air Hujan .....	146
Gambar 5 10 Skema Proses Pengolahan Sampah Kampung Daur Ulang .....	147
Gambar 5 11 Site Plan Rancangan .....	148
Gambar 5 12 Layout Plan Rancangan .....	148
Gambar 5 13 Zonasi Rancangan .....	149
Gambar 5 14 Penerapan Aksesibilitas Kendaraan.....	149
Gambar 5 15 Aksesibilitas Pejalan Kaki.....	150
Gambar 5 16 Denah Rancangan.....	150
Gambar 5 17 Tampilan Bangunan Pengolahan Sampah .....	151
Gambar 5 18 Tampilan Bangunan Edukasi .....	151
Gambar 5 19 Tampilan Bangunan Kantor dan Bisnis.....	152
Gambar 5 20 Bioskop Mini dan Kelas .....	152
Gambar 5 21 Kelas Kerajinan dan Area Pameran.....	153
Gambar 5 22 Workshop.....	153
Gambar 5 23 Area Drop-Off sampah .....	154
Gambar 5 24 Restoran .....	154
Gambar 5 25 Area Resepsionis dan Ruang Kerja .....	154
Gambar 5 26 Klinik dan Toko Daur Ulang .....	155

## DAFTAR TABEL

Tabel 2 1 Ringkasan Penerapan Desain Hemat Energi .....	22
Tabel 2 2 Peralatan Daur Ulang .....	30
Tabel 2 3 Kesimpulan Tema Sejenis Bandar Udara Banyuwangi.....	38
Tabel 2 4 Kesimpulan Proyek Sejenis .....	55
Tabel 4 1 Analisis Fungsi .....	82
Tabel 4 2 Analisis Pengguna.....	91
Tabel 4 3 Kesimpulan Total Kebutuhan Ruang dan Alat Pengelolaan Sampah.....	108
Tabel 4 4 Analisis Besaran Ruang.....	108
Tabel 4 5 Total Besaran Ruang Bangunan.....	121
Tabel 4 6 Total Besaran Lahan .....	121
Tabel 4 7 Analisis Persyaratan Ruang .....	122



## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

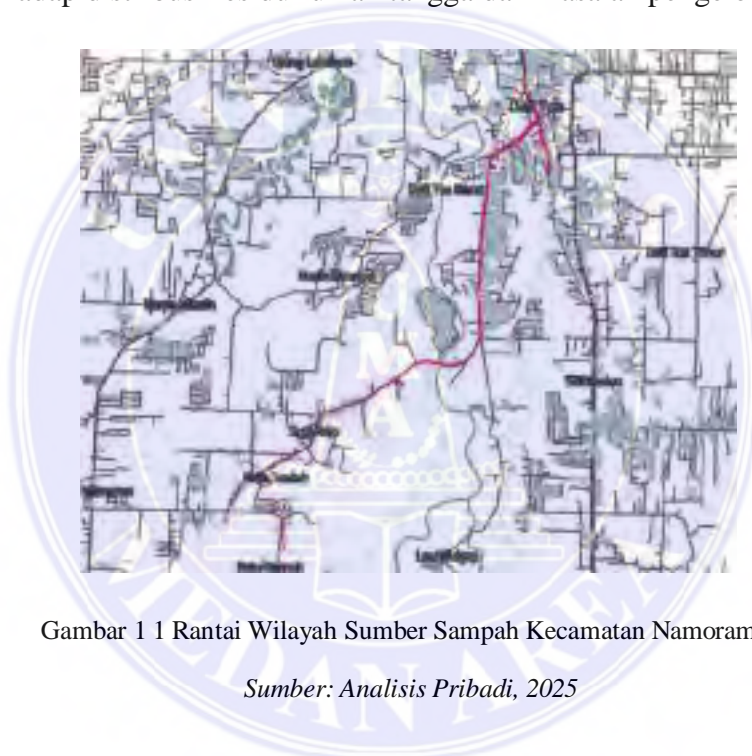
Permasalahan sampah bukan sekadar isu lingkungan, melainkan krisis sosial dan tata kelola yang nyata di banyak wilayah Indonesia. Timbulan sampah yang tak tertangani telah mencemari sungai, memperburuk banjir, dan memperbesar emisi gas rumah kaca, termasuk di Kabupaten Deli Serdang. Berdasarkan data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), pada tahun 2020 total produksi sampah nasional mencapai 67,8 juta ton, dengan rata-rata 185.753ton sampah per hari atau sekitar 0,68 kg per orang per hari. Sayangnya, dari 514 kabupaten/kota di Indonesia, rata-rata kapasitas pengelolaan sampah masih di bawah 50%, kecuali beberapa kota besar yang telah mencapai 70–80%, namun pengelolaannya masih mengandalkan metode lama.

Data dari Pemerintah Kabupaten Deli Serdang menunjukkan bahwa timbulan sampah di daerah ini mencapai 1.078 ton per hari, dengan jumlah penduduk sekitar 2 juta jiwa. Salah satu penyebab utama permasalahan ini adalah kurangnya tempat pembuangan sementara (TPS) yang memadai. Dampaknya, banyak sampah yang tidak terangkut ke TPA dan akhirnya menumpuk di lokasi tidak resmi, seperti pinggir jalan, bantaran sungai, hingga lahan kosong. Kondisi ini mencemari lingkungan dan meningkatkan penyebaran penyakit.

Kabupaten Deli Serdang memiliki cakupan wilayah yang luas, terdiri dari berbagai kecamatan dan desa. Salah satu kecamatan di sisi selatan adalah Kecamatan Namorambe, dengan Desa Sudirejo sebagai lokasi tapak perancangan Kampung Daur Ulang. Desa Sudirejo berbatasan langsung dengan Deli Tua, Kuta Tualah, dan Batu Gemuk. Deli Tua diketahui sebagai salah satu wilayah dengan timbunan sampah liar

terbanyak, terutama di pinggir jalan dan sekitar pasar. Sementara di Kuta Tualah, ditemukan aktivitas pembuangan sampah langsung ke sungai di sekitar area jembatan yang melintasi desa tersebut. Batu Gemuk belum menunjukkan bukti visual langsung di lapangan, namun tetap masuk dalam wilayah sekitar yang berpotensi terdampak.

Sebagai pengantar, berikut ditampilkan peta lokasi Desa Sudirejo dan wilayah sekitarnya. Terlihat bahwa tapak perancangan berada dalam jangkauan langsung dari Desa Delitua, Kuta Tualah, dan Batu Gemuk. Desa-desa yang memiliki keterkaitan signifikan terhadap distribusi residu rumah tangga dan masalah pengelolaan sampah.



Gambar 1 1 Rantai Wilayah Sumber Sampah Kecamatan Namorambe

*Sumber: Analisis Pribadi, 2025*

Untuk menunjukkan kondisi eksisting yang menjadi latar belakang perancangan, berikut disajikan dokumentasi lapangan dari beberapa titik pembuangan sampah di kawasan sekitar:



Gambar 1 2 Timbulan Sampah di Pasar Deli Tua pada bulan November 2024

*Sumber: Analisis Perbadi, 2024*



Gambar 1 3 Timbulan Sampah di Pasar Deli Tua pada bulan Desember 2024

*Sumber: Analisis Perbadi, 2024*

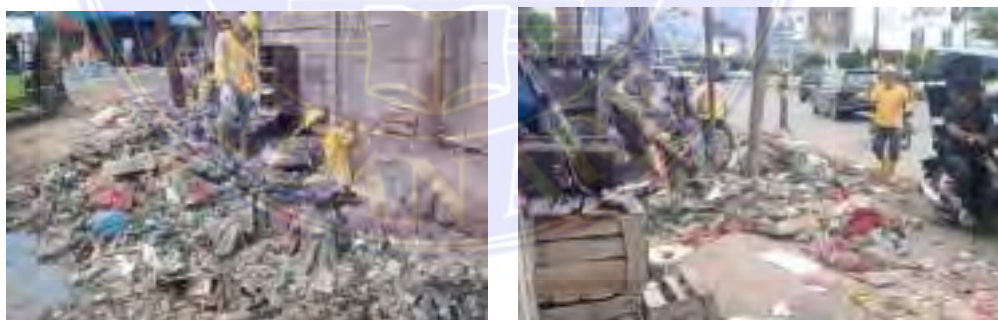
Terlihat peningkatan volume sampah dalam waktu sebulan, menunjukkan minimnya sistem penanganan dan ketergantungan terhadap pola buang bebas.



Gambar 1 4 Sampah Liar di Tepi Jalan Pasar Deli Tua

*Sumber: Analisis Pribadi, 2024*

Timbulann sampah di tepi jalan pasar Deli Tua, yang secara langsung berdampak pada aktivitas ekonomi dan sirkulasi masyarakat.



Gambar 1 5 Petugas Kebersihan saat Membersihkan Drainase

*Sumber: Analisis Pribadi, 2024*

Dokumentasi petugas kebersihan saat mengangkat timbunan sampah dari drainase pasar Deli Tua. Sebagian besar isi drainase merupakan sampah plastik dan residu hasil rumah tangga dan pengguna pasar, yang memperparah masalah pencemaran dan estetika Pasar Deli Tua.

Dokumentasi ini menunjukkan bahwa meskipun Desa Sudirejo tidak mengalami permasalahan sampah yang masif, namun letaknya berada di koridor distribusi residu rumah tangga dari berbagai arah. Ini menjadikan Desa Sudirejo sebagai titik strategis untuk pengelolaan sampah preventif dan edukatif lintas desa.

Menurut Marselius Sampe Tondok dalam tulisannya 'Menyampah' dari Perspektif Psikologi (2008), perilaku masyarakat dalam membuang sampah dipengaruhi oleh berbagai faktor psikologis, seperti kecenderungan mencari kenyamanan instan (Not In My Backyard Syndrome), ketiadaan sanksi yang tegas terhadap kebiasaan menyampah, kurangnya pemahaman terhadap dampak lingkungan, serta tingkat kesejahteraan yang turut memengaruhi kepedulian terhadap kebersihan lingkungan. Rendahnya kesadaran ini menyebabkan banyak sampah yang tidak dikelola dengan baik dan berujung pada pencemaran lingkungan serta peningkatan emisi gas rumah kaca.

Sebagai respons atas persoalan tersebut, Pemerintah Kabupaten Deli Serdang pernah melakukan studi kelayakan mengenai pengembangan Kampung Daur Ulang. Salah satu rekomendasi utama dalam dokumen tersebut adalah pendirian bank sampah oleh masyarakat untuk membantu mengurangi volume limbah, meningkatkan kesadaran warga, serta memberi dampak positif bagi kesejahteraan lingkungan. Dua fokus utama dalam rencana ini meliputi: (1) pendirian dan pengelolaan bank sampah oleh masyarakat, serta (2) edukasi kepada warga tentang pentingnya pengelolaan sampah secara mandiri dan berkelanjutan.

Walaupun program itu masih dalam tahap rencana, gagasan tersebut menunjukkan kebutuhan akan ruang dan fasilitas arsitektural untuk mendukung keberlangsungan program.

Menanggapi fenomena ini, perancangan Kampung Daur Ulang dalam tugas akhir ini diharapkan menjadi model percontohan sistem daur ulang dengan pendekatan Bangunan Hemat Energi. Masyarakat diajak untuk mengelola dan melihat limbah sebagai potensi ekonomi dan lingkungan.

Konsep bangunan hemat energi diterapkan melalui pencahayaan alami, ventilasi pasif, serta penggunaan material lokal dan hasil daur ulang. Elemen fasad dan interior akan menggunakan material daur ulang sebagai penerapan ekonomi sirkular dalam desain. Dengan pendekatan ini, fasilitas tidak hanya berfungsi sebagai pusat edukasi dan pengelolaan sampah, tetapi juga sebagai model bangunan hemat energi yang mengintegrasikan efisiensi energi, pemanfaatan limbah, dan kesadaran lingkungan secara menyeluruh.

Dengan latar belakang dan tujuan tersebut, maka dalam perancangan ini akan dijabarkan lebih lanjut pendekatan desain, konsep, serta aspek teknis lainnya untuk mendukung terwujudnya Kampung Daur Ulang yang edukatif dan hemat energi.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah sebagai berikut, yaitu:

1. Bagaimana rancangan Kampung Daur Ulang di Kabupaten Deli Serdang dengan Pendekatan Bangunan Hemat Energi sebagai sarana mengelola dan sarana edukasi masyarakat terhadap sampah.
2. Bagaimana menerapkan pendekatan bangunan hemat energi pada perancangan Kampung Daur Ulang di Kabupaten Deli Serdang.

## **1.3 Tujuan dan Manfaat**

Tujuan perancangan adalah:

1. Menghasilkan rancangan Kampung Daur Ulang di Kabupaten Deli Serdang dengan Pendekatan Bangunan Hemat Energi sebagai sarana mengelola sampah dan sarana edukasi bagi masyarakat terhadap sampah.
2. Mampu menerapkan pendekatan Bangunan Hemat Energi dengan baik pada perancangan Kampung Daur Ulang di Kabupaten Deli Serdang.

Adapun manfaat dari perancangan ini adalah:

1. Bagi Akademik

Memberikan pemahaman tentang pengelolaan sampah yang menarik dan mudah dipahami, serta mengenalkan aspek penting dalam proses daur ulang.

2. Bagi Masyarakat

Meningkatkan kepedulian masyarakat terhadap kebersihan dan kelestarian lingkungan melalui edukasi dan pemanfaatan ulang sampah sebagai pendapatan baru.

3. Bagi Pemerintah Daerah

Menjadi sarana edukasi dan contoh rancangan bagi pemerintah dalam mendorong pengelolaan sampah berbasis masyarakat.

#### 1.4 Batasan Masalah

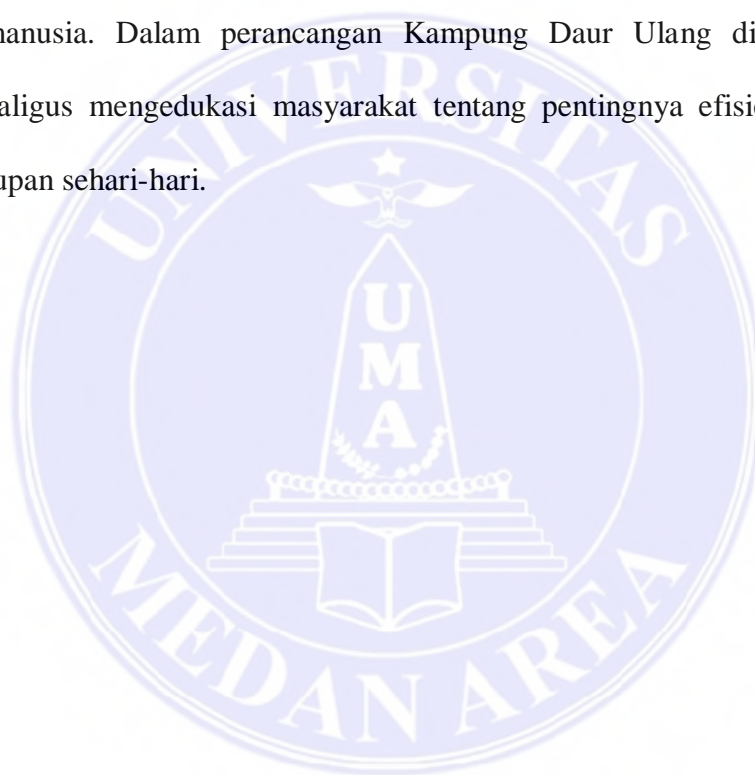
Perancangan ini nantinya memiliki beberapa batasan supaya ruang lingkup dalam membuat desain tetap terarah dan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai, yaitu:

1. Fokus pada sistem daur ulang, meliputi pemilahan dan pengolahan sampah organik seperti sisa makanan rumah tangga, serta sampah anorganik seperti plastik dan kertas. Jenis sampah lain seperti logam berat atau limbah elektronik tidak dibahas.
2. Pendekatan hemat energi dibatasi pada strategi sistem pasif seperti ventilasi silang, pencahayaan alami, serta penggunaan material lokal dan daur ulang. Teknologi lanjutan pengolahan limbah tidak menjadi fokus utama.

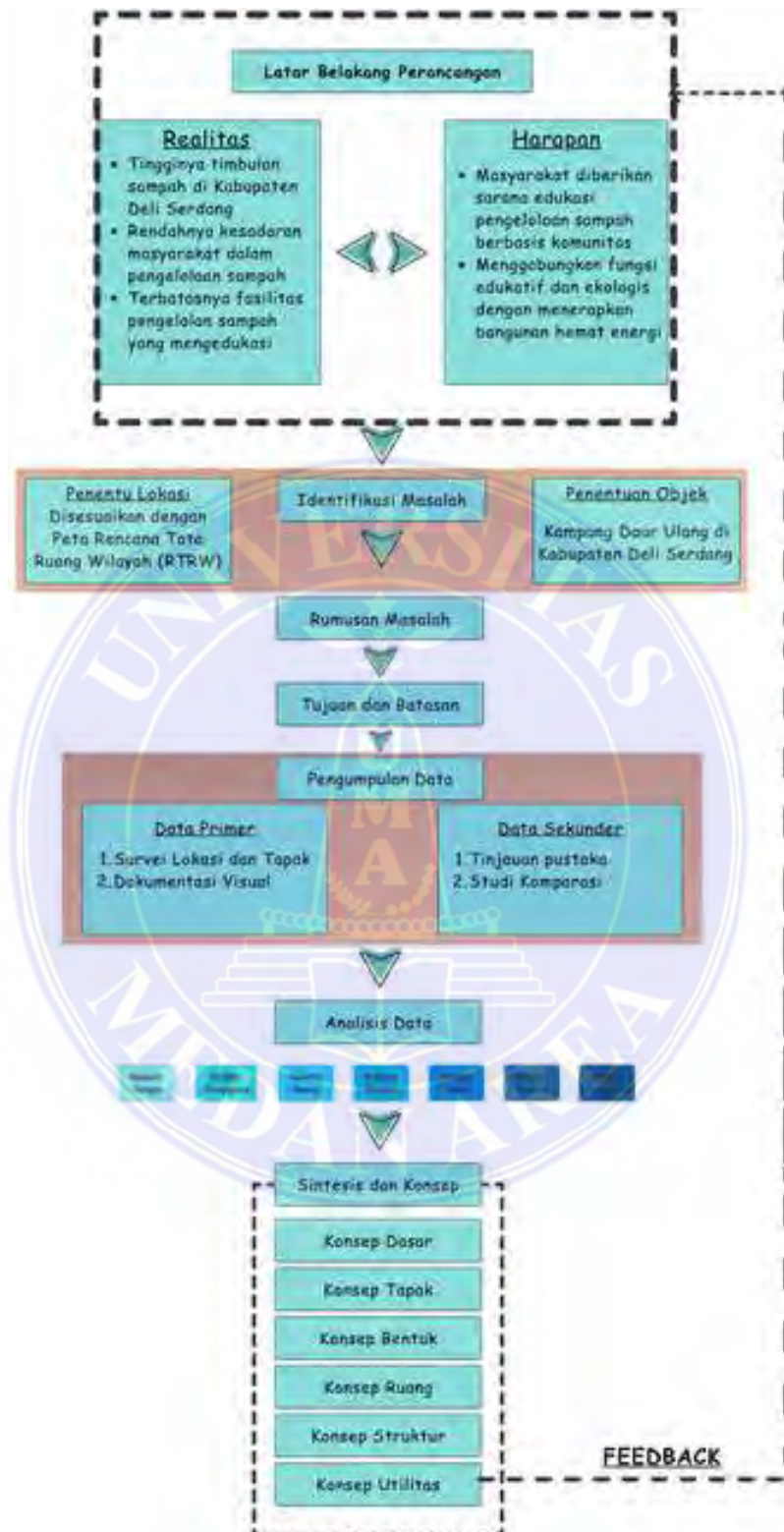
3. Sumber sampah yang diolah berasal dari lingkungan sekitar tapak yaitu Kecamatan Namorambe Kabupate Deli Serdang, terutama sampah rumah tangga skala kecil.
4. Ruang lingkup studi hanya mencakup wilayah Kabupaten Deli Serdang, khususnya pada kondisi eksisting dan kebutuhan masyarakat di lokasi terpilih.

### 1.5 Pendekatan Perancangan

Pendekatan bangunan hemat energi adalah strategi perancangan yang bertujuan untuk mengurangi konsumsi energi dan dampak negatif terhadap lingkungan serta kesehatan manusia. Dalam perancangan Kampung Daur Ulang di Kabupaten Deli Serdang sekaligus mengedukasi masyarakat tentang pentingnya efisiensi sumber daya dalam kehidupan sehari-hari.



## 1.6 Diagram Kerangka Berfikir Metode Perancangan



Gambar 1 6 Kerangka Berfikir

Sumber: Analisis Pribadi, 2025.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tinjauan Objek Rancangan

Judul Rancangan adalah *Kampung Daur Ulang di Kabupaten Deli Serdang dengan Pendekatan Bangunan Hemat Energi*. Berikut ialah definisi objek rancangan baik secara etimologi (bahasa) maupun pengertian secara mendetail.

#### 2.1.1 Kampung Daur Ulang

##### a. Definisi Kampung

Kata "kampung" memiliki makna yang beragam dan mencerminkan kekayaan budaya serta sejarah masyarakat Nusantara. Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), kampung diartikan sebagai desa atau dusun, serta kelompok rumah yang merupakan bagian dari kota, biasanya dihuni oleh masyarakat berpenghasilan rendah. Secara etimologis, kata ini diduga berasal dari bahasa Melayu Kuno *kampuj*, yang berarti kawasan tempat tinggal di luar pusat kota atau desa. Selain itu, ada pula kemungkinan bahwa kata "kampung" diambil dari bahasa Portugis *campo*, yang berarti tempat perkemahan atau lapangan terbuka.

Seiring perkembangan bahasa dan budaya, istilah kampung memiliki sebutan yang berbeda di berbagai daerah di Indonesia. Dalam bahasa Aceh, kampung dikenal dengan sebutan "gampong", sementara dalam bahasa Minangkabau disebut "kampuang". Dari berbagai pemaknaan tersebut, kampung tidak hanya dimaknai sebagai tempat tinggal, melainkan juga sebagai simbol kedekatan sosial, nilai-nilai lokal, serta identitas komunitas yang kuat dalam

struktur kehidupan masyarakat. Dalam konteks tertentu, kampung juga dapat menjadi ruang tumbuhnya inisiatif kolektif termasuk dalam menjawab isu lingkungan dan membangun kesadaran baru, seperti semangat pengolahan dan pemanfaatan ulang sumber daya yang sudah ada.

#### **b. Definisi Daur Ulang**

Istilah "daur ulang" dalam Bahasa Indonesia merupakan terjemahan dari kata recycle dalam Bahasa Inggris. Kata recycle sendiri berasal dari bahasa Latin *reciclo*, yang berarti "memperbaiki" atau "mengembalikan ke dalam siklus". Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), daur ulang diartikan sebagai proses mengolah sesuatu yang sudah tidak digunakan lagi agar dapat dimanfaatkan kembali.

Konsep ini tidak hanya berkaitan dengan penghematan sumber daya, tetapi juga menjadi bagian dari upaya memperpanjang siklus hidup suatu material dan mengurangi tekanan terhadap lingkungan. Daur ulang mendorong terciptanya pola pikir berkelanjutan, di mana limbah tidak selalu dianggap sebagai akhir, melainkan sebagai awal dari fungsi baru. Dalam skala komunitas, praktik ini dapat menjadi pemicu perubahan sosial dan budaya, terutama jika dipadukan dengan nilai-nilai lokal yang tumbuh di tengah masyarakat seperti halnya di lingkungan kampung.

#### **c. Definisi Kampung Daur Ulang**

Kampung Daur Ulang adalah sebuah kawasan permukiman atau komunitas yang didesain secara terpadu untuk mendukung kegiatan pengelolaan sampah berbasis masyarakat, mulai dari pemilahan, pengolahan, hingga edukasi daur ulang. Kawasan ini tidak hanya berfungsi sebagai teknis pengolahan sampah,

tetapi juga sebagai ruang edukatif yang melibatkan masyarakat dalam proses pembelajaran dan partisipasi aktif terhadap isu lingkungan.

Secara arsitektural, Kampung Daur Ulang mengintegrasikan sistem daur ulang dengan fasilitas-fasilitas yang bersifat komunitas, seperti area edukasi sampah, workshop upcycle, area kompos maggot, hingga galeri produk daur ulang, dan area toko daur ulang sebagai pemasaran produk hasil olahan yang berfungsi untuk mendorong kemandirian ekonomi masyarakat serta prinsip arsitektur berkelanjutan untuk menciptakan lingkungan yang sehat dan menginspirasi bagi masyarakat.

### 2.1.2 Bangunan Hemat Energi

#### a. Definisi Bangunan

Istilah "bangunan" dalam Bahasa Indonesia berasal dari akar kata "bangun", yang berarti "membuat" atau "membangun". Kata ini berkembang secara alami dalam bahasa Indonesia tanpa pengaruh langsung dari bahasa asing. Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), bangunan diartikan sebagai segala sesuatu yang dibangun, baik berupa rumah, gedung, maupun struktur lainnya yang dibuat oleh manusia. Lebih dari sekadar bentuk fisik, bangunan juga merepresentasikan hasil dari aktivitas perancangan yang melibatkan fungsi, kebutuhan, serta nilai-nilai budaya masyarakat, menjadikannya sebagai media ekspresi sosial dan identitas kolektif suatu komunitas.

Sebagai kata turunan dari "bangun", "bangunan" merujuk pada hasil dari suatu proses konstruksi yang menghasilkan struktur dengan tujuan tertentu. Kata ini tersusun dari kata dasar "bangun" dan imbuhan "an" yang menjadikannya kata benda, menggambarkan hasil atau keadaan dari proses membangun. Dengan

demikian, bangunan memiliki berbagai bentuk dan fungsi, baik sebagai tempat tinggal, ruang publik, maupun fasilitas lainnya yang mendukung aktivitas manusia.

### **b. Definisi Hemat Energi**

Istilah hemat energi dalam Bahasa Indonesia berasal dari gabungan kata “hemat” dan “energi”. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), hemat berarti cermat atau bijaksana dalam menggunakan sesuatu, sedangkan energi diartikan sebagai daya atau kekuatan yang dapat digunakan untuk melakukan kerja. Secara etimologis, kata energi memiliki akar dari bahasa Yunani *energós* yang berarti "aktif" atau "berenergi", yang kemudian diserap ke dalam bahasa Latin sebagai *energia* dan akhirnya diadopsi ke dalam bahasa Inggris menjadi *energy*. Dari sinilah istilah *energy saving* atau *energy conservation* dalam Bahasa Inggris diterjemahkan menjadi hemat energi dalam Bahasa Indonesia.

Secara konsep, hemat energi merujuk pada upaya penggunaan energi secara efisien, bertanggung jawab, dan tidak berlebihan, sehingga dapat mengurangi pemborosan dan dampak negatif terhadap lingkungan. Kata *conservation* dalam frasa *energy conservation* berasal dari bahasa Latin *conservare*, yang berarti "melestarikan" atau "melindungi". Dengan demikian, hemat energi bukan hanya tentang pengurangan konsumsi, tetapi juga bagian dari kesadaran untuk menjaga ketersediaan sumber daya dan mendukung keberlanjutan lingkungan hidup.

### **c. Definisi Bangunan Hemat Energi**

Bangunan Hemat Energi adalah bangunan yang dirancang dengan strategi dan sistem yang mampu mengurangi kebutuhan energi, khususnya energi buatan, melalui pemanfaatan potensi sumber daya alam secara pasif ataupun aktif. Strategi

ini meliputi pencahayaan alami, ventilasi silang, penggunaan material lokal dan material daur ulang, serta pengurangan penggunaan pendingin dan penerang buatan.

Menurut **Boni Santoso**, bangunan hemat energi merupakan bangunan yang dirancang dengan keseimbangan antara pemasukan dan pelepasan panas, serta pemanfaatan pencahayaan alami. Desain ini menggunakan pendekatan arsitektural dan non-arsitektural guna mencapai kenyamanan termal dan visual secara alami. Pendekatan arsitektural yang dimaksud ialah mencakup pengaturan bentuk bangunan, orientasi tapak, ventilasi silang, bukaan cahaya, serta pemilihan material yang mampu menyerap dan memantulkan panas. Sementara pendekatan non-arsitektural melibatkan elemen luar bangunan seperti penanaman vegetasi, pengaturan lansekap, dan jarak antar bangunan, yang turut berperan dalam menciptakan lingkungan yang sejuk, terang, dan hemat energi tanpa bergantung pada sistem mekanikal elektrikal (ME).

## 2.2 Tinjauan Pendekatan Rancangan

### 2.2.1 Pengertian Arsitektur Hemat Energi (Energy-Efficient Architecture)

Arsitektur hemat energi adalah konsep perancangan yang mengutamakan efisiensi energi tanpa mengurangi fungsi, kenyamanan, dan produktivitas bangunan. Konsep ini mengoptimalkan daya udara dan pencahayaan, baik alami maupun buatan, dengan memanfaatkan teknologi dan material hemat energi. Menurut **Hawkes Dean**, arsitektur hemat energi bertujuan untuk mengurangi penggunaan energi tanpa mengorbankan fungsi dan tetap mempertahankan kenyamanan termal, visual, serta akustik bagi penggunanya. Prinsip utama dalam konsep ini adalah integrasi metode pasif dan aktif untuk mengurangi konsumsi

energi. Jika sebelumnya dikenal dengan prinsip form follows function, kini berkembang menjadi form follows energy, yang menekankan konservasi energi dari sumber daya tak terbarukan.

Menurut **Green Building Council Indonesia (2017)**, sirkulasi udara di dalam bangunan perlu diperhatikan dan dipantau agar tercipta pertukaran udara yang optimal antara udara dalam dan luar bangunan. Hal ini bertujuan untuk mengurangi ketergantungan terhadap sistem penghawaan buatan seperti pendingin ruangan (AC), dengan cara memberikan jalan masuk bagi udara segar. Udara alami dapat dialirkan ke dalam ruangan melalui bukaan seperti jendela, yang didukung dengan penggunaan kipas angin yang diarahkan ke jendela terbuka agar udara dalam ruangan terdorong keluar dan tergantikan oleh udara luar yang lebih bersih dan sejuk. Untuk mencapai kenyamanan termal dan visual dalam bangunan, faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban dan pencahayaan dapat diatur dengan atau tanpa teknologi mekanikal elektrikal (ME). Teknologi ME umumnya bergantung pada sumber daya terbarukan, seperti listrik dari pembangkit tenaga uap yang menggunakan minyak bumi, batu bara, dan gas alam yakni seperti sumber energi fosil yang semakin menipis.

### **1. Sistem Operasional Bangunan Berdasarkan Konsumsi Energi**

Terdapat beberapa sistem operasional dalam bangunan berdasarkan tingkat ketergantungan terhadap energi **Worthington (1997)**, yaitu:

- a. Sistem Pasif (Passive Mode), memanfaatkan pencahayaan dan ventilasi alami dengan sedikit atau tanpa penggunaan peralatan ME.
- b. Sistem Hibrid (Mixed Mode), kombinasi antara teknologi hemat energi dengan sistem buatan yang masih bergantung pada energi tak terbarukan.

- c. Sistem Aktif (Active Mode/Full Mode), seluruh sistem dalam bangunan mengandalkan peralatan ME dengan konsumsi energi dari sumber daya tak terbarukan).
- d. Sistem Produktif (Productive Mode), bangunan mampu menghasilkan energi sendiri (on-site energy) dengan memanfaatkan sumber daya terbarukan seperti sel surya dan kolektor surya.

Dari keempat sistem tersebut, pendekatan sistem pasif dianggap sebagai pilihan awal yang efisien dalam merancang bangunan hemat energi, terutama pada proyek berskala komunitas dan beriklim tropis. Namun, penerapan sistem Hibrid dan sistem Produktif juga dapat dipertimbangkan tergantung pada kebutuhan fungsional, potensi tapak, dan ketersediaan teknologi.

## 2. Teknis Penerapan Sistem Pasif Untuk Penghematan Energi

**Burhanuddin (2011)** dalam penelitiannya menjelaskan pendekatan sistem pasif untuk bangunan hemat energi melalui beberapa strategi, antara lain:

- a. Ruang-ruang terbuka

Untuk mengatasi suhu tinggi, penataan ruang terbuka sebaiknya dibuat cair agar udara bebas mengalir. Keterbukaan yang dimaksud adalah sebisa mungkin tidak menggunakan pembatas dari material masif. Ruang-ruang sebaiknya dikelompokkan berdasarkan tingkat privasinya menjadi ruang publik, semi privat, dan privat. Umumnya, ruang publik dibiarkan terbuka, ruang semi privat dibatasi oleh elemen transparan, dan ruang privat diberi batas visual yang tetap memungkinkan aliran udara.

b. Hindari efek rumah kaca

Dianjurkan untuk menghindari penggunaan dinding transparan/kaca yang langsung terkena sinar matahari. Selain menimbulkan ketidaknyamanan, kondisi ini dapat menyebabkan efek rumah kaca dan memicu penggunaan AC berlebih. Jika sulit menghindari paparan langsung, dapat digunakan penghalang seperti kerai, kisi-kisi, atau kanopi yang ditempatkan di sisi luar material transparan tersebut.

**Najib Fikry & Moh. Abduh (2021)**



Gambar 2 1 Shading untuk Mengurangi atau Memblokir Sinar Matahari

Sumber: <https://www.google.com/>

c. Tanaman hijau

Tanaman hijau berfungsi menyerap radiasi matahari dan membantu menurunkan suhu ruang. Penempatan tanaman di sekitar bukaan seperti jendela dapat meningkatkan kenyamanan termal, terutama bila menggunakan tanaman berdaun lebat dengan tinggi yang sebanding dengan posisi bukaan. misalnya pandan bali, sansevieria besar, atau philodendron, yang mampu menyaring cahaya sekaligus memperindah tampilan bangunan.

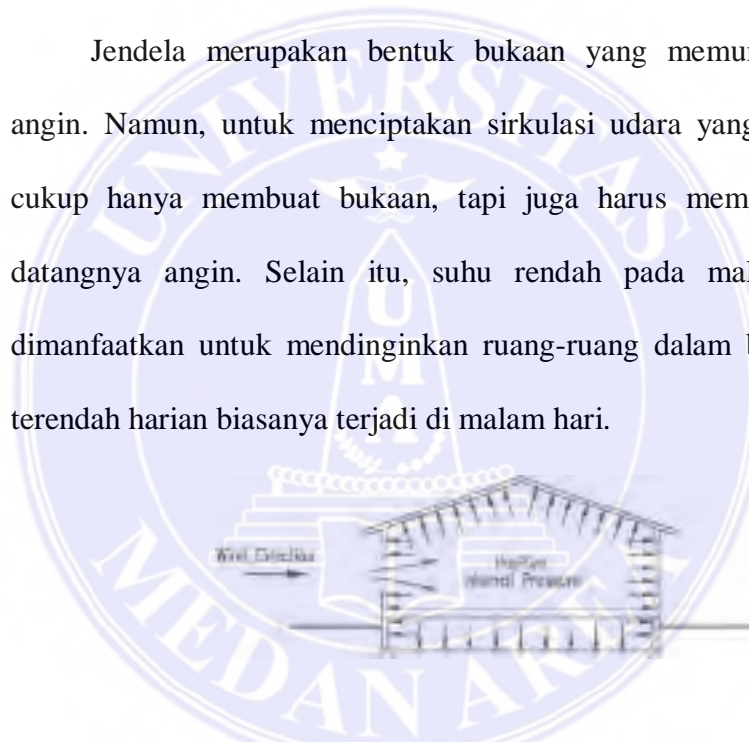


Gambar 2.2 Tanaman Hijau sebagai Penyaring Cahaya di Jendela

Sumber: <https://www.google.com/>

d. Mengundang angin ke dalam bangunan

Jendela merupakan bentuk bukaan yang memungkinkan aliran angin. Namun, untuk menciptakan sirkulasi udara yang optimal, tidak cukup hanya membuat bukaan, tapi juga harus memperhatikan arah datangnya angin. Selain itu, suhu rendah pada malam hari dapat dimanfaatkan untuk mendinginkan ruang-ruang dalam bangunan. Suhu terendah harian biasanya terjadi di malam hari.



Gambar 2.3 Skema Sirkulasi Udara Berdasarkan Arah Angin dan Posisi Bukaan

Sumber: <https://rekayasastruktur.com/>

Dengan mengalirkan hawa dingin ke dalam, maka dinding dan lantai bisa ikut mendingin, karena panas tidak hanya berasal dari luar, tapi juga dari radiasi permukaan ruang seperti plafon dan lantai.

e. Bukaan dan Pencahayaan Alami

Bukaan yang ideal pada bangunan berada dalam kisaran 10–20% dari total luas lantai. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa pencahayaan alami dipengaruhi tidak hanya oleh kondisi langit dan jenis kaca, tetapi juga oleh orientasi jendela, posisi jendela di dinding, tinggi efektif jendela dari ambang atas, serta lebar bukaan. **Intan Mahardika Ikhsani, dkk. (2022)**



Gambar 2 4 10 - 20% Bukaan dari Total Luas Lantai

Sumber: Analisis Pribadi, 2025

Secara umum, terdapat dua jenis bukaan cahaya: terbuka dan tertutup. Bukaan terbuka memungkinkan cahaya masuk secara langsung ke dalam ruang, sedangkan bukaan tertutup menggunakan material seperti kaca buram, glass block, atau polycarbonate sebagai penyaring cahaya. Pemilihan jenis bukaan disesuaikan dengan kebutuhan pencahayaan, privasi, dan arah datangnya cahaya matahari, agar ruang tetap terang namun tidak terasa panas berlebihan.



Gambar 2.5 Bukaan Cahaya tertutup (Kaca Buram, Glass Block, dan Polycarbonate)

Sumber: <https://www.google.com/>

### 3. Faktor yang Mempengaruhi Perancangan Hemat Energi

Efisiensi energi bangunan sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, sebagai berikut:

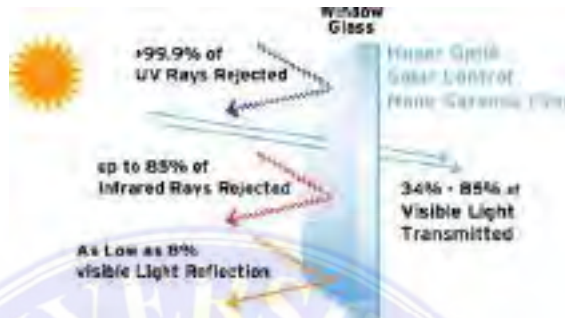
#### a. Pemilihan Bahan Bangunan dan Material Ramah Lingkungan

Agar nyaman secara termal, bahan bangunan sebaiknya memiliki kemampuan memantulkan panas, tidak menyerapnya. Bahan dengan angka absorpsi dan transmisi kalor yang rendah lebih disarankan. Semakin tipis suatu material, biasanya semakin cepat panas. Oleh karena itu, pemilihan ketebalan material sangat mempengaruhi jumlah panas yang ditransmisikan ke dalam ruang.

Salah satu material yang sering digunakan adalah kaca, terutama sebagai dinding luar. Penggunaan kaca memiliki efek arsitektural yang memperindah tampilan bangunan serta memaksimalkan pencahayaan alami. Selain itu, kaca juga dapat berfungsi sebagai peredam kebisingan dari sumber suara di luar bangunan karena sifat reflektifnya, terutama jika menggunakan kaca dengan ketebalan lebih dari **5 mm**.

Namun demikian, penggunaan kaca dalam luasan besar juga membawa konsekuensi. Sifat kaca yang meneruskan dan memantulkan kembali panas ke dalam ruangan dapat menyebabkan peningkatan suhu dalam, sehingga kebutuhan akan sistem pendingin (AC) meningkat.

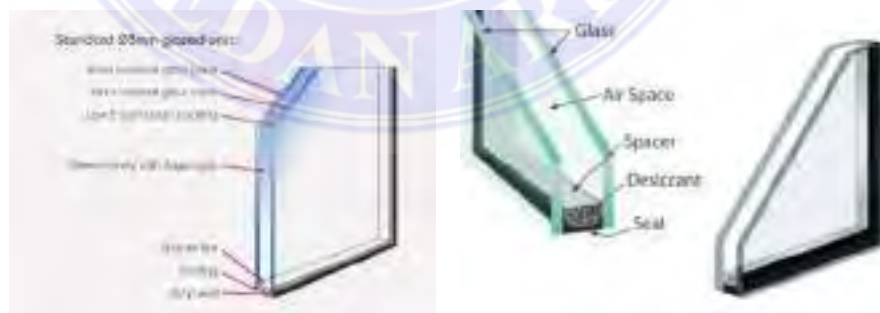
Untuk mengatasi hal ini dan meminimalkan konsumsi energi, dapat digunakan jenis kaca khusus seperti *heat-reflecting glass* atau *heat-absorbing glass* yang dirancang untuk mereduksi masuknya radiasi panas matahari ke dalam ruang.



Gambar 2 6 Kaca Pemantul Panas

Sumber: <https://www.hopsonglass.com/>

*Heat-reflecting glass* (atau dalam Bahasa Indonesia sering disebut kaca pemantul panas atau kaca low-E/low emissivity) adalah jenis kaca khusus yang dirancang untuk memantulkan panas matahari dan mengurangi radiasi inframerah yang masuk ke dalam bangunan, sambil tetap memungkinkan cahaya tampak masuk.



Gambar 2 7 Kaca Penyerap Panas

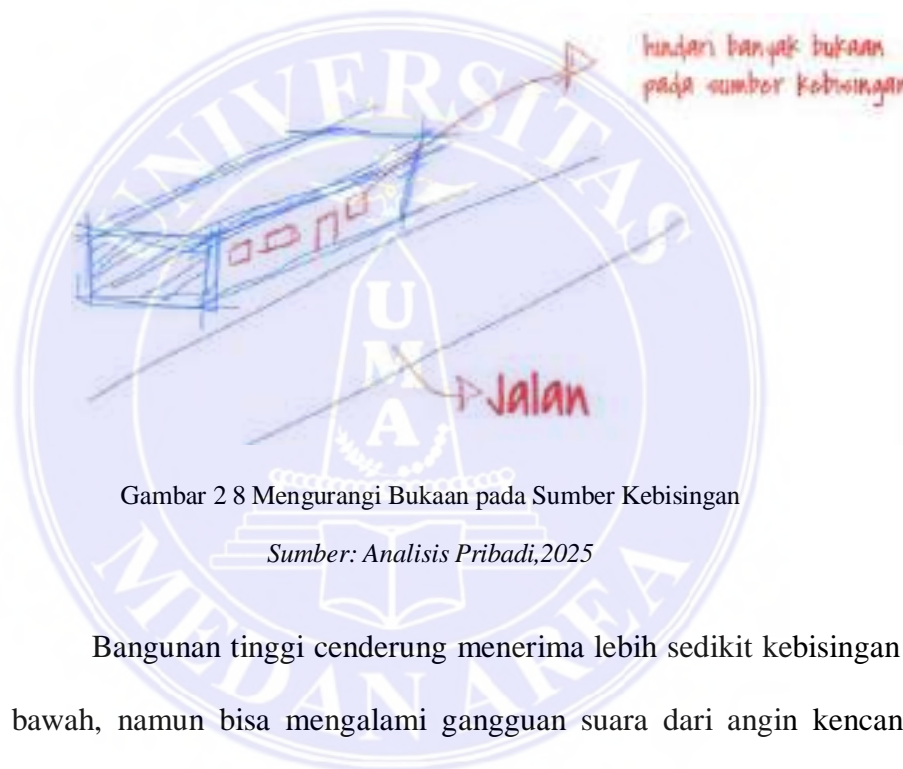
Sumber: <https://ienergyguru.com/>

*Heat-absorbing glass* (kaca penyerap panas, kadang disebut tinted glass) adalah kaca yang dibuat khusus agar menyerap sebagian besar

radiasi panas matahari (gelombang inframerah) sebelum panas itu menembus ke dalam ruangan.

#### b. Arsitektur Bangunan

Bentuk bangunan juga memengaruhi kenyamanan. Bangunan memanjang yang langsung menghadap sumber suara akan menangkap lebih banyak kebisingan. Sementara itu, bukaan yang lebih sedikit akan mengurangi suara bising yang masuk.



Gambar 2 8 Mengurangi Bukaan pada Sumber Kebisingan

Sumber: Analisis Pribadi, 2025

Bangunan tinggi cenderung menerima lebih sedikit kebisingan dari bawah, namun bisa mengalami gangguan suara dari angin kencang di celah jendela atau pintu.



Gambar 2 9 Hindari Bentuk Bangunan Memanjang pada Arah Sinar Matahari

Sumber: Analisis Pribadi,2025

Bentuk bangunan yang memanjang sebaiknya tidak mengarah langsung terhadap paparan sinar matahari.



Gambar 2 10 Bentuk Bangunan Memanjang pada Arah selain Arah Terbit dan Tenggelam Matahari

Sumber: Analisis Pribadi,2025

### c. Arah/Orientasi Bangunan

Di daerah tropis, orientasi bangunan sangat berpengaruh terhadap pencahayaan dan kenyamanan. Ruang-ruang penahan panas seperti

gudang, pantry, atau kamar mandi sebaiknya diletakkan di sisi timur dan barat agar ruang utama seperti ruang keluarga atau ruang kerja tidak terpapar langsung panas matahari.

d. Pemanfaatan Vegetasi

Permukaan tanah yang luas sebaiknya dimanfaatkan sebagai ruang terbuka hijau, seperti taman, atau dilapisi material semi-permeabel seperti grass block, yang memungkinkan rumput tetap tumbuh.



Gambar 2 11 Perkerasan Taman

Sumber: <https://www.google.com/>

Kehadiran vegetasi berfungsi untuk menyerap panas matahari, menurunkan suhu udara sekitar, serta meningkatkan kelembaban mikroklimat di sekitar bangunan.

#### 4. Aplikasi Desain Bangunan Hemat Energi

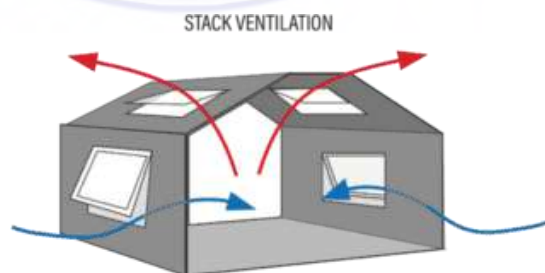
Untuk menciptakan bangunan yang lebih sejuk dan hemat energi, ada beberapa strategi yang bisa diterapkan. Pendekatan ini tidak hanya mengurangi penggunaan listrik, tetapi juga meningkatkan kenyamanan penghuni dengan memanfaatkan sumber daya alami secara optimal, yakni sebagai berikut:

a. Mekanisme Ventilasi Alami

Ventilasi alami merupakan proses pertukaran udara di dalam ruangan secara alami tanpa bantuan alat mekanis seperti kipas atau AC. Mekanisme ini bekerja berdasarkan dua prinsip utama, yaitu perbedaan suhu udara (stack effect) dan tekanan angin dari luar (wind pressure) (Aynsley, 1977). Kedua sumber tekanan ini dapat bekerja bersamaan, namun dalam banyak kasus tekanan angin cenderung lebih dominan dibandingkan dengan tekanan akibat perbedaan suhu.

### Stack Effect Ventilation

Stack effect terjadi ketika udara panas di dalam ruangan naik ke atas karena memiliki massa jenis lebih ringan, kemudian digantikan oleh udara dingin dari luar. Aliran udara ini bergerak secara vertikal, biasanya masuk dari bagian bawah bangunan dan keluar melalui bukaan di bagian atas (Moore, 1993). Sistem ini lebih efektif digunakan pada bangunan bertingkat atau ruang berskala besar dengan kedalaman ruang hingga 10 kali tinggi ruangan. Namun, efektivitasnya cenderung menurun pada bangunan di iklim tropis karena perbedaan suhu antara dalam dan luar ruangan relatif kecil. Aynsley (1977)



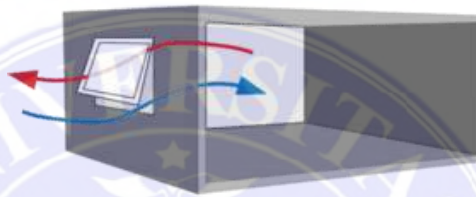
Gambar 2 12 Ventilasi Menumpuk

Sumber: <https://specvent.co.za/>

### Wind-Driven Ventilation

Ventilasi yang digerakkan oleh tekanan angin dibagi menjadi dua jenis, yaitu ventilasi **satu sisi** (*single-side ventilation*) dan **ventilasi silang** (*cross ventilation*). Ventilasi satu sisi bekerja dengan mengandalkan bukaan di satu sisi ruangan. Untuk hasil yang optimal, luas bukaan sebaiknya 5–10% dari luas lantai, dengan kedalaman ruangan tidak lebih dari 2,5 kali tinggi ruang.

SINGLE SIDED VENTILATION



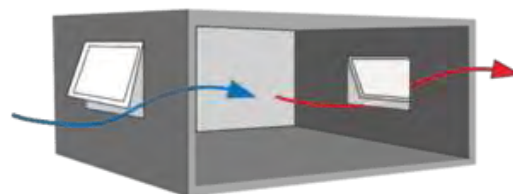
Gambar 2 13 Ventilasi Satu Sisi

Sumber: <https://specvent.co.za/>

Sementara itu, ventilasi silang menggunakan dua bukaan pada sisi yang berseberangan agar angin bisa mengalir melintasi ruangan. Masing-masing sisi sebaiknya memiliki bukaan sebesar 1% dari luas lantai. Sistem ini lebih efektif dibandingkan ventilasi satu sisi, karena mampu melayani ruangan dengan kedalaman hingga 5 kali tinggi ruang.

**Mumovic (2009)**

CROSS VENTILATION



Gambar 2 14 Ventilasi Silang

Sumber: <https://specvent.co.za/>

### b. Plafon Tinggi

Ketinggian plafon yang lebih dari standar (minimal 3 meter) memungkinkan pergerakan udara yang lebih bebas dalam ruang. Udara panas yang naik ke atas akan menciptakan ruang kosong yang berfungsi sebagai penampung panas, sehingga area bawah tetap sejuk. Aliran udara dingin dari luar juga akan lebih mudah masuk karena udara dingin memiliki massa jenis lebih berat. Contoh bangunan berplafon tinggi dapat dilihat pada arsitektur kolonial Belanda yang sering dilengkapi ventilasi kecil di bagian atas dinding dekat atap, berfungsi untuk sirkulasi udara alami.

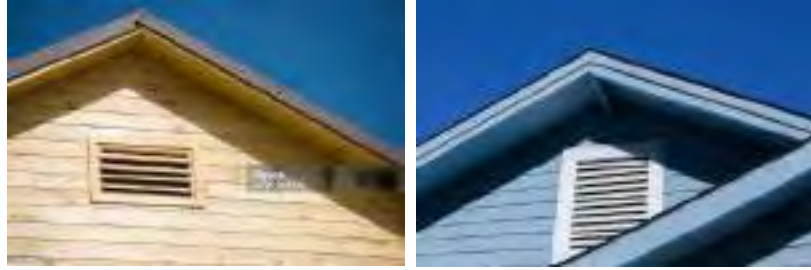


Gambar 2 15 Plafon Tinggi Membebaskan Pergerakan Udara

Sumber: <https://www.multigriyabangunan.com/>

### c. Material dan Kemiringan Atap

Suhu ruang dalam sangat dipengaruhi oleh sistem atap. Pada bangunan beratap pelana atau limasan, penting untuk menyediakan ventilasi di antara ruang atap dan plafon agar udara panas bisa mengalir keluar. Jika tidak, hawa panas akan turun ke bawah dan membuat suhu dalam ruang meningkat.



Gambar 2 16 Ventilasi Atap Mengalirkan Udara Panas ke Luar

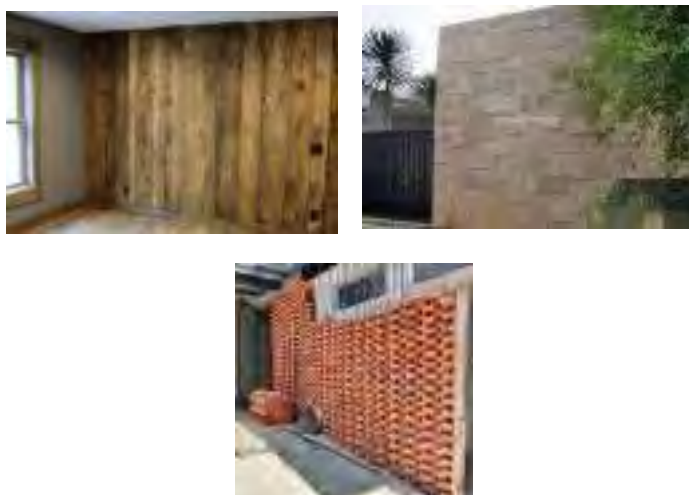
Sumber: <https://www.istockphoto.com/>

Pada bangunan dua lantai, lantai bawah umumnya terasa lebih sejuk karena dilindungi oleh dak beton yang menjadi atap sekaligus lantai atas. Beton bersifat masif dan lambat menghantarkan panas, sehingga dapat membantu menjaga suhu ruang tetap stabil. Jika lantai atas juga menggunakan beton sebagai struktur utama, maka kenyamanan termal akan lebih terjaga dibandingkan penggunaan material ringan. Selain itu, kemiringan atap turut memengaruhi sirkulasi udara di bawahnya karena menentukan besar kecilnya ruang ventilasi alami yang terbentuk antara atap dan plafon.

Di wilayah tropis seperti Indonesia yang memiliki curah hujan tinggi, kemiringan atap antara  $22,5^{\circ}$  hingga  $30^{\circ}$  dianggap optimal. Kemiringan ini memungkinkan air hujan mengalir dengan lancar dan membantu mengurangi risiko penumpukan air yang dapat membebani struktur atap.

#### d. Penggunaan Material Alam

Material alami seperti kayu, batu alam, dan bata memiliki karakter menyatu dengan lingkungan dan lebih responsif terhadap iklim. Karena minim proses pabrikasi, material ini lebih ramah lingkungan.



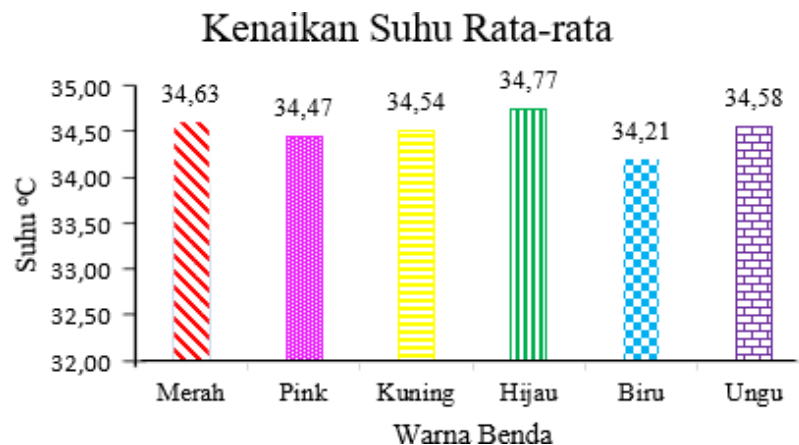
Gambar 2 17 Material Alami Kayu, Batu Alam, dan Bata

Sumber: <https://www.google.com/>

Kelebihan lainnya, material yang tebal dan padat cenderung menyerap panas lebih lambat, sehingga suhu dalam ruang tetap stabil meskipun cuaca di luar panas.

e. Warna Terang

Menurut penelitian Joko Paminto, Fianti, dan Ian Yulianti, warna permukaan benda berpengaruh terhadap tingkat penyerapan panas dari radiasi matahari. Dalam percobaan menggunakan kotak akrilik berwarna yang ditempatkan di bawah sinar matahari, ditemukan bahwa warna hitam menyerap panas paling tinggi, sedangkan putih menyerap paling rendah. Urutan warna berdasarkan tingkat penyerapan panas dari tinggi ke rendah adalah: hitam, hijau, merah, ungu, kuning, pink, biru, dan putih. Dengan demikian, pemilihan warna terang untuk fasade dan atap bangunan dapat membantu mengurangi suhu dalam ruangan.

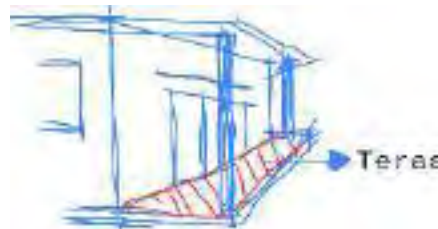


Gambar 2 18 Pengaruh Warna pada Suhu

Sumber: Paminto, J., Fianti, & Yulianti, I. (2021). *Pengaruh Warna Permukaan Benda Terhadap Penyerapan Radiasi Matahari*.

f. Teras

Teras berfungsi sebagai ruang transisi antara area luar dan dalam. Keberadaannya menciptakan perbedaan suhu antara lingkungan luar yang panas dan ruang dalam yang sejuk. Perbedaan suhu ini menimbulkan perbedaan tekanan udara yang memicu aliran udara dari luar ke dalam bangunan melalui teras dan ventilasi. Aliran ini membantu sirkulasi udara alami sehingga dapat menstabilkan suhu ruang tanpa menggunakan alat pendingin mekanis.



Gambar 2 19 Teras Memberi Perbedaan Suhu

Sumber: Analisis Pribadi, 2025

g. Teritisan

Teritisan adalah elemen pelindung tambahan dari atap utama yang berfungsi untuk menghalangi sinar matahari langsung dan hujan. Semakin lebar teritisan, maka semakin efektif dalam mendinginkan suhu sebelum mencapai bukaan. Teritisan juga membantu mengurangi paparan langsung ke jendela atau dinding luar, sehingga suhu dalam ruang berkurang secara alami. Kombinasi teritisan dengan ventilasi silang akan menghasilkan sirkulasi udara yang sejuk dan nyaman dalam ruang.



Gambar 2 20 Ilustrasi Teras dan Teritisan Menetralisir Suhu Luar Bangunan

Sumber: <https://www.archify.com/>

## 5. Ringkasan Penerapan Desain Hemat Energi

Tabel berikut merupakan ringkasan dari prinsip arsitektur hemat energi yang telah dijabarkan dalam landasan teori dan digunakan sebagai pendekatan perancangan.

Tabel 2 1 Ringkasan Penerapan Desain Hemat Energi

No	Kategori	Strategi Hemat Energi	Penjelasan
1.	Arsitektural	Ventilasi alami	Memanfaatkan tekanan angin dan stack effect untuk menciptakan sirkulasi udara silang tanpa alat mekanis, membantu mendinginkan

			ruang secara pasif.
		Plafon tinggi	Plafon minimal 3 meter menciptakan ruang udara di atas kepala yang menampung panas, membuat area bawah terasa lebih sejuk dan nyaman.
		Orientasi bangunan	Mengatur posisi ruang terhadap arah matahari; ruang panas seperti gudang diletakkan di sisi timur/barat, ruang utama di sisi yang lebih sejuk.
		Bukaan & pencahayaan alami	Bukaan ideal 40–80% dari dinding dan 10–20% dari lantai; pencahayaan alami diatur lewat posisi jendela dan material transparan yang menyebarkan cahaya.
		Teras dan teritisan	Elemen transisi antara luar-dalam yang membantu menetralkan suhu; teritisan menghalangi sinar langsung dan hujan, memperkuat ventilasi alami.
2.	Material	Material alami	Penggunaan kayu, batu alam, dan bata sebagai elemen penyusun bangunan yang menyatu dengan iklim, tahan panas, dan tidak cepat menghantarkan suhu.
		Warna terang	Warna terang seperti putih atau biru muda memantulkan radiasi matahari lebih baik, sehingga menurunkan suhu dalam ruang.
		Kemiringan dan insulasi atap	Atap miring 22,5–30° mempermudah aliran air hujan dan menciptakan bantalan udara; material insulatif membantu menghambat panas masuk ke ruang.
		Penggunaan kaca selektif	Kaca penyerap panas digunakan untuk mengontrol masuknya radiasi matahari tanpa mengorbankan pencahayaan alami dan kenyamanan visual.

3.	Lansekap/Mikroklimat	Vegetasi sekitar bangunan	Pohon dan tanaman peneduh menyerap panas, mengurangi efek panas langsung, serta menciptakan area beriklim mikro yang lebih sejuk di sekitar bangunan.
		Taman atau permukaan berpori	Area terbuka ditanami atau dilapisi grass block agar air dapat meresap dan tanah tetap sejuk, serta menurunkan efek pemantulan panas.
		Tanaman di sekitar bukaan	Tanaman seperti sansevieria atau pandan bali ditempatkan di dekat jendela untuk menyaring cahaya matahari dan membantu menurunkan suhu ruang.

Sumber: Analisis Pribadi, 2025

### 2.2.2 Sistem Daur Ulang dalam Pengelolaan Sampah

Menurut **Hasibuan (2023)** dalam jurnal **Manfaat Daur Ulang Sampah Organik dan Anorganik untuk Kesehatan Lingkungan**, daur ulang merupakan proses mengubah limbah menjadi bahan yang dapat digunakan kembali, bertujuan untuk mengurangi sampah yang berakhir di TPA, menghemat sumber daya alam, serta mengurangi dampak pencemaran lingkungan.

#### 1. Jenis-jenis Sampah

Sampah merupakan material sisa dari aktivitas manusia yang tidak lagi memiliki nilai guna bagi pemiliknya. **Jenisa K. Zabrina Ruslin dkk. (2020)** Berdasarkan sifatnya, sampah terbagi menjadi:

- a. Sampah Organik: Mudah terurai secara alami, seperti sisa makanan dan daun.
- b. Sampah Anorganik: Sulit terurai dan memerlukan proses daur ulang, seperti plastik, kertas, kaca, dan logam.

- c. Sampah Berbahaya (B3): Mengandung zat beracun, seperti baterai dan limbah medis.
- d.

## 2. Konsep Daur Ulang dalam Pengelolaan

Daur ulang adalah proses mengolah kembali sampah agar dapat digunakan kembali atau menjadi produk baru dengan nilai guna yang lebih tinggi. Konsep ini bertujuan untuk mengurangi jumlah limbah yang berakhir di tempat pembuangan akhir (TPA) serta meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya alam. **Jenisa K. Zabrina Ruslin dkk. (2020)**

Pendekatan yang digunakan dalam sistem daur ulang meliputi prinsip 3R (Reduce, Reuse, Recycle):

- a. Reduce: Mengurangi penggunaan material yang berpotensi menjadi sampah.
- b. Reuse: Menggunakan kembali barang tanpa melalui proses pengolahan.
- c. Recycle: Mengolah kembali limbah menjadi produk baru yang dapat digunakan kembali.

## 3. Teknik Pengelolaan Sampah Daur Ulang

Beberapa metode utama yang diterapkan dalam pengelolaan sampah berbasis daur ulang meliputi:

- a. Pemilahan sampah di sumbernya untuk mempermudah pengolahan.
- b. Pengomposan untuk limbah organik, mengubahnya menjadi pupuk.
- c. Bank Sampah sebagai wadah pengelolaan sampah anorganik berbasis komunitas.

- d. Pencacahan & pemadatan untuk mengurangi volume sampah sebelum didaur ulang.
- e. Daur ulang material anorganik, seperti plastik dan kertas, yang diolah menjadi produk baru.

#### 4. Manfaat dan Dampak Daur Ulang

Daur ulang memiliki manfaat ekologis dan ekonomi, seperti mengurangi emisi gas rumah kaca, menghemat energi, serta menciptakan lapangan kerja di kawasan Kabupaten Deli Serdang. Selain itu, daur ulang sampah organik dapat meningkatkan kesuburan tanah, sementara pengolahan sampah anorganik membantu mengurangi pencemaran lingkungan. **Hasibuan (2023)**

##### 2.2.3 Pendekatan Teknologi pada Sistem Pengelolaan Sampah

Dalam upaya menciptakan sistem pengelolaan sampah, berbagai teknologi telah dikembangkan untuk menangani jenis sampah yang beragam. Tiga pendekatan utama yang digunakan meliputi penguraian sampah organik dengan maggot, pengolahan sampah campuran menjadi Refuse Derived Fuel (RDF), dan daur ulang plastik melalui proses ekstrusi.

## 1. Pengolahan Sampah Organik melalui Budidaya Maggot (BSF)



Gambar 2 21 Olahan sampah organik oleh maggot

Sumber: <https://id.pinterest.com/>

Budidaya maggot Black Soldier Fly (BSF) merupakan metode biologis yang sangat efektif untuk mengolah sampah organik, terutama sisa makanan dan limbah dapur rumah tangga. Larva BSF mampu mengurai sampah organik dalam waktu singkat dengan efisiensi tinggi, mengurangi bau, dan tidak menarik hama lain seperti lalat rumah. Selain mengurangi volume sampah, hasil panen maggot dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak bernilai ekonomi tinggi. Teknologi ini cocok diterapkan dalam skala komunitas karena biaya operasional yang rendah dan mudah direplikasi.

## 2. Pemanfaatan Sampah Campuran menjadi Refuse Derived Fuel (RDF)



Gambar 2 22 Sampah campuran menjadi RDF

Sumber: <https://id.pinterest.com/>

Refuse Derived Fuel (RDF) adalah bahan bakar alternatif yang dihasilkan dari sampah padat non-organik yang memiliki nilai kalor tinggi, seperti plastik, kertas, dan tekstil. Proses RDF melibatkan pemilahan, pencacahan, dan pengeringan sampah sehingga menghasilkan fraksi yang mudah terbakar. Berdasarkan studi oleh **Hutabarat et al. (2018)**, nilai kalor sampah menunjukkan potensi kuat sebagai bahan bakar pengganti batu bara untuk industri semen atau pembangkit energi. Teknologi RDF menjadi solusi strategis dalam mengurangi timbulan sampah sekaligus memberikan manfaat energi.

### 3. Pengolahan Sampah Plastik melalui Ekstrusi



Gambar 2 23 Material Plastik Hasil Ekstrusi

*Sumber: Recycled Plastic Slats for Benches, Shoe / Grelly UK*



Proses ekstrusi plastik merupakan pendekatan mekanis dalam daur ulang sampah anorganik, khususnya plastik jenis termoplastik. Plastik hasil pemilahan dicacah menjadi serpihan kecil, lalu dilebur dalam suhu tinggi menggunakan mesin ekstruder dan dicetak menjadi produk baru seperti filamen untuk 3D printer atau bahan bangunan alternatif. Berdasarkan penelitian **Prakoso et al. (2022)**, teknologi ekstrusi ini mampu mendukung industri kreatif lokal serta mengurangi ketergantungan terhadap bahan baku plastik baru. Pendekatan ini mendukung ekonomi sirkular melalui konversi limbah menjadi produk bernilai guna.

#### 2.2.4 Peralatan Daur Ulang

Untuk mendukung sistem daur ulang yang efektif di Kampung Daur Ulang, diperlukan peralatan utama sebagai sarana pengolahan sampah, seperti berikut:

Tabel 2.2 Peralatan Daur Ulang

No.	Jenis Alat	Fungsi Utama	Kapasitas Kerja	Dimensi Standar/Ukutan	Sumber Informasi
1.	<p>Conveyor Feeder CPS 605</p>  <p>Sumber: <a href="https://i.ytimg.com/">https://i.ytimg.com/</a></p>	Digunakan untuk memisahkan atau menyortir sampah organik dan anorganik	7-10 m <sup>3</sup> /jam	8000 x 100 x 800 mm	<a href="https://kencanaonline.com/">https://kencanaonline.com/</a>
2.	<p>Mesin Pemilah</p>  <p>Sumber: <a href="https://i.ytimg.com/">https://i.ytimg.com/</a></p>	Memisahkan sampah berdasarkan jenis dan ukuran	100-400 kg/jam,	1900 x 780 x 1320 mm	<a href="https://kencanaonline.com/">https://kencanaonline.com/</a>
3.	<p>Mesin Pencacah Organik</p>  <p>Sumber: <a href="https://kencanaonline.com/">https://kencanaonline.com/</a></p>	Mencacah sampah organik menjadi ukuran kecil untuk proses komposting	500-700 kg/jam	1150 x 680 x 1400 mm	<a href="https://kencanaonline.com/">https://kencanaonline.com/</a>
4.	<p>Mesin Pencacah Plastik Besar</p>  <p>Sumber: <a href="https://www.grahamesin.com/">https://www.grahamesin.com/</a></p>	Mencacah sampah plastik menjadi serpihan kecil untuk didaur ulang	600-750 kg/jam	550 x 500 x 1000 mm	<a href="https://www.grahamesin.com/">https://www.grahamesin.com/</a>
5.	<p>Mesin Pencacah RDF</p>  <p>Sumber: <a href="https://i.ytimg.com/">https://i.ytimg.com/</a></p>	Mencacah sampah residu menjadi ukuran kecil	1000 kg/jam	4000 x 6000 x 1500 mm	<a href="https://kencanaonline.com/">https://kencanaonline.com/</a>

	<a href="https://www.tokopeia.com/">https://www.tokopeia.com/</a>	untuk bahan bakar alternatif (RDF)			
6.	<p>Mesin Ekstrusi Plastik</p>  <p>Sumber: <a href="https://www.alibaba.com/">https://www.alibaba.com/</a></p>	Mengekstrusi plastik daur ulang menjadi produk baru seperti sedotan atau pipa	20–40 kg/jam	8000 x 1000 x 1700 mm	<a href="https://indonesian.alibaba.com/">https://indonesian.alibaba.com/</a>
7.	<p>Rak Larva Maggot</p>  <p>Sumber: <a href="https://www.tokopedia.com/">https://www.tokopedia.com/</a></p>	Sebagai tempat untuk budidaya larva lalat BSF (Black Soldier Fly) atau maggot	10 box × 25 kg = 250 kg	750 x 500 x 1750 mm	<a href="https://www.tokopedia.com/">https://www.tokopedia.com/</a>

Sumber: Analisis Pribadi, 2025

## 2.3 Studi Banding

Untuk memperkuat dasar perancangan Kampung Daur Ulang di Kabupaten Deli Serdang, diperlukan studi banding terhadap proyek-proyek serupa, baik dalam tema pengelolaan sampah berbasis masyarakat maupun pendekatan arsitektur berkelanjutan. Studi banding ini bertujuan untuk memperoleh wawasan mengenai tata ruang, pola aktivitas, elemen arsitektural, serta penerapan strategi hemat energi yang relevan.

### 2.3.1 Studi Banding Tema Sejenis

#### 1) Bandar Udara Internasional Banyuwangi

##### a. Deskripsi Objek

Lokasi : Kecamatan Blimbingsari, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur  
Luas : 2.250 m<sup>2</sup>  
Arsitek : Andra Matin  
Perusahaan : PT Waskita Karya (Pelaksana)



Gambar 2 24 Bandar Udara Internasional Banyuwangi

Sumber: <https://the.akdn/>

Bandar Udara Banyuwangi, terletak di Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur, merupakan salah satu bangunan publik di Indonesia yang menerapkan pendekatan arsitektur tropis hemat energi secara konsisten. Dirancang oleh arsitek Andra Matin, bandara ini menonjolkan strategi desain pasif untuk mengurangi kebutuhan energi buatan seperti AC, dengan memaksimalkan pencahayaan dan ventilasi alami. Konsep hemat energi ini dibuktikan dengan pencapaian sertifikasi GreenShip Net Zero Healthy Ready (NZH) dari Green Building Council Indonesia (GBCI), menjadikannya bangunan publik pertama di Indonesia yang mendapat pengakuan tersebut. Integrasi elemen lokal, material ramah lingkungan, serta

desain responsif iklim menjadikan Bandara Banyuwangi sebagai contoh nyata penerapan arsitektur berkelanjutan berbasis efisiensi energi.

## **b. Kajian Arsitektur**

Bandara Banyuwangi merupakan contoh bangunan yang menerapkan prinsip hemat energi melalui pendekatan arsitektur tropis, yaitu pendekatan pasif yang sesuai dengan iklim setempat. Arsitektur tropis sendiri menjadi strategi penting dalam perancangan bangunan hemat energi di kawasan beriklim panas-lembap seperti Indonesia. Pendekatan ini tidak hanya menyesuaikan bangunan dengan kondisi alam, tetapi juga mengurangi ketergantungan pada sistem mekanik seperti AC dan lampu buatan. Dengan memaksimalkan ventilasi silang, pencahayaan alami, serta elemen-elemen seperti kolam dan taman sebagai pendingin mikroklimat, Bandara Banyuwangi membuktikan bahwa prinsip lokalitas dapat berjalan selaras dengan efisiensi energi.

### **Desain Pasif pada Bandar Udara Banyuwangi**

Bukti penerapan prinsip tersebut terlihat dari berbagai elemen desain pasif yang diterapkan, antara lain:

#### **a. Penggunaan Kipas Baling-Baling Ukuran Besar**

Kipas berdiameter besar digunakan untuk mengatur aliran udara secara efisien di dalam ruang utama. Sistem ini mendukung ventilasi alami dan mengurangi ketergantungan terhadap AC.

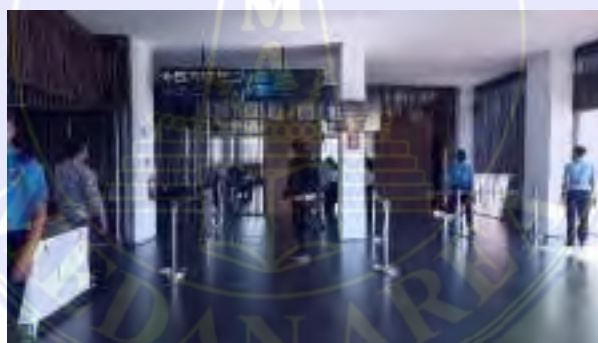


Gambar 2 25 Penggunaan Kipas Baling-Baling Ukuran Besar

Sumber: <http://repository.podomorouniversity.ac.id/>

#### b. Kisi-Kisi Sebagai Pengganti Dinding Solid

Dinding luar bangunan sebagian besar digantikan dengan kisi-kisi kayu atau elemen terbuka yang memungkinkan udara masuk dengan lancar. Hal ini menciptakan ventilasi silang (cross ventilation) yang efektif mendinginkan ruang dalam.



Gambar 2 26 Kisi-Kisi Sebagai Pengganti Dinding Solid

Sumber: <http://repository.podomorouniversity.ac.id/>

#### c. Kolam Ikan sebagai Mikroklimat

Kehadiran elemen air seperti kolam ikan berfungsi sebagai pendingin pasif. Uap air dari permukaan kolam membantu menurunkan suhu udara di sekitarnya dan menciptakan lingkungan yang sejuk secara alami.



Gambar 2 27 Kolam Ikan sebagai Mikroklimat

Sumber: <http://repository.podomorouniversity.ac.id/>

d. Dinding Tidak Menyentuh Plafon Sepenuhnya

Dinding pembatas antar ruang tidak dibuat penuh hingga plafon, memungkinkan sirkulasi udara tetap mengalir lancar dan menjaga kesejukan alami dalam ruangan.



Gambar 2 28 Dinding Tidak Menyentuh Plafon Sepenuhnya

Sumber: <http://repository.podomorouniversity.ac.id/>

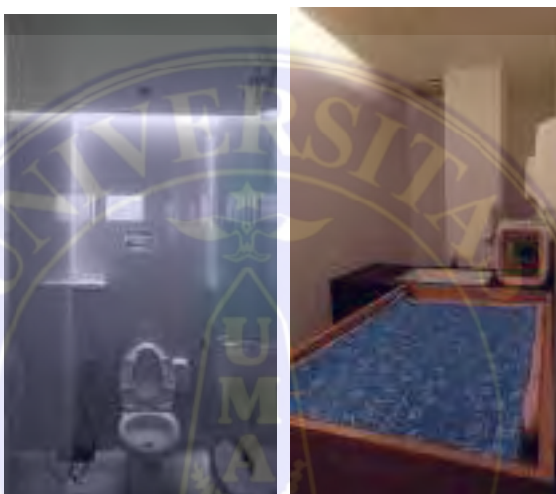
e. Penggunaan Skylight dan Plafon Bermain Volume

Penerangan alami dimaksimalkan melalui skylight pada atap dan bagian atas dinding. Cahaya diarahkan ke dalam melalui permainan volume plafon, sehingga pencahayaan siang hari tercukupi tanpa listrik berlebih.



Gambar 2 29 Skylight pada area toilet

Sumber: <http://repository.podomorouniversity.ac.id/>



Gambar 2 30 Skylight pada fasilitas Bandara Banyuwangi

Sumber: <http://repository.podomorouniversity.ac.id/>



Gambar 2 31 Skylight pada mushola

Sumber: <http://repository.podomorouniversity.ac.id/>

f. Kisi-Kisi Kayu untuk Menyaring Panas dan Udara

Skylight dikombinasikan dengan kisi-kisi kayu untuk menyaring intensitas cahaya matahari langsung. Ini membantu mengurangi radiasi panas berlebih yang masuk ke dalam bangunan serta memungkinkan udara bebas mengalir ke dalam area bangunan.



Gambar 2 32 Kisi-Kisi Kayu untuk Menyaring Panas dan Udara

Sumber: <http://repository.podomorouniversity.ac.id/>

g. Taman Tengah dan Area Hijau sebagai Penyejuk

Kehadiran courtyard, taman kering (dry garden), dan taman basah (wet garden) di antara bangunan dan koridor memperkuat kualitas termal bangunan. Elemen ini membantu mendinginkan udara sebelum masuk ke dalam ruang, sekaligus memberi pengalaman ruang yang lebih alami bagi pengguna.



Gambar 2 33 Taman Tengah dan Area Hijau sebagai Penyejuk

Sumber: <http://repository.podomorouniversity.ac.id/>

h. Green Roof

Dimanfaatkan untuk mengurangi jejak karbon. Selain rumput, bisa juga menggunakan gravel sebagai solusi untuk mengurangi panas beton bangunan bandar udara Banyuwangi.






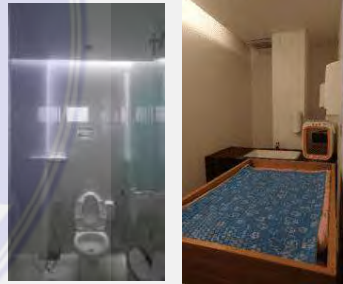
Gambar 2 34 Green Roof




Sumber: <http://repository.podomorouniversity.ac.id/>

2) Kesimpulan Tema Sejenis Bandar Udara Banyuwangi

Tabel 2 3 Kesimpulan Tema Sejenis Bandar Udara Banyuwangi

Penerapan Green Building (Roy Madhumita, 2008)	Aspek Hemat Energi dalam Desain Bangunan	Bentuk Penerapan	Gambar Pendukung
Passive System	Kipas baling-baling besar	Kipas ukuran besar dipasang di ruang utama.	 <p>Mengatur aliran udara secara efisien, mengurangi penggunaan AC.</p>
	Kolam ikan sebagai	Elemen air seperti	

	mikroklimat	kolam ikan di sekitar bangunan.	 <p>Mendinginkan udara melalui evaporasi alami, menurunkan suhu lokal.</p>
	Dinding tidak menyentuh plafon	Dinding antar ruang tidak dibuat penuh hingga plafon.	 <p>Memungkinkan aliran udara tetap lancar antar ruang.</p>
	Skylight & plafon bermain volume	Bukaan cahaya di atap dan dinding atas, serta permainan ketinggian plafon.	  <p>Memaksimalkan pencahayaan alami di siang hari, mengurangi kebutuhan listrik.</p>
<b>Green Materials</b>	Kisi-kisi pengganti dinding solid	Penggunaan kisi-kisi kayu atau elemen terbuka.	 <p>Meningkatkan ventilasi silang dan sirkulasi alami.</p>
	Kisi-kisi kayu untuk	Digunakan di skylight	

	menyaring panas	sebagai penyaring sinar dan udara.	 <p>Menyaring cahaya berlebih dan panas, sekaligus memungkinkan aliran udara.</p>
<b>Green Roofs</b>	Green Roof	Pada atap bangunan memiliki area berumput dan juga gravel.	 <p>Membantu mendinginkan atau menetralkan suhu pada bangunan.</p>
<b>Green Walls</b>	Taman tengah & area hijau	Courtyard, dry garden, wet garden di antara bangunan dan koridor.	 <p>Mendinginkan udara sebelum masuk ke dalam bangunan, menciptakan suasana alami dan nyaman.</p>

Sumber: Analisis Pribadi, 2025

### 2.3.2 Studi Banding Proyek Sejenis

#### 1) Kamikatsu Zero Waste Center, Jepang

##### a. Deskripsi Objek

Lokasi : Fukuhara, Kamikatsu, Tokushima, Jepang

Arsitek : Hiroshi Nakamura & NAP

Kontraktor : Kitajima Corporation

Luas : 5.557 m<sup>2</sup>



Gambar 2 35 Kamikatsu Zero Waste Center

Sumber: <https://www.japan.go.jp/>

Terletak di Kota Kamikatsu, Prefektur Tokushima, Jepang, Kamikatsu Zero Waste Center adalah fasilitas pengelolaan sampah yang mencerminkan komitmen kota tersebut untuk mencapai nol limbah. Dibuka pada tahun 2020, pusat ini dirancang oleh Hiroshi Nakamura & NAP. Bangunan ini tidak hanya berfungsi sebagai fasilitas pengelolaan sampah, tetapi juga sebagai pusat edukasi dan simbol komitmen masyarakat Kamikatsu. Hal ini terlihat dari tingkat daur ulangnya yang telah mencapai 80% dengan memilah sampah ke dalam 45 kategori.

## **b. Kajian Arsitektur**

### **Filosofi Desain**

Bangunan ini berbentuk tanda tanya “?”, simbol refleksi terhadap konsumsi dan limbah, filosofi yang diangkat melalui desain Kamikatsu Zero Waste Center, arsitek Hiroshi Nakamura berharap pengunjung mempertanyakan kembali gaya hidup mereka terhadap lingkungan global.



Gambar 2.36 Pembagian Fungsi Ruang

Sumber: <https://zwtk.jp/en/zwcenter/>

### Area Fungsional

Terdapat 6 area pada bangunan Kamikatsu Zero Waste ini, terbagi menjadi enam zona utama, masing-masing mendukung konsep zero waste secara aktif:

a. Hotel WHY

Menyediakan empat kamar sederhana untuk pengunjung yang ingin tinggal lebih lama dan belajar tentang pengelolaan sampah secara langsung.

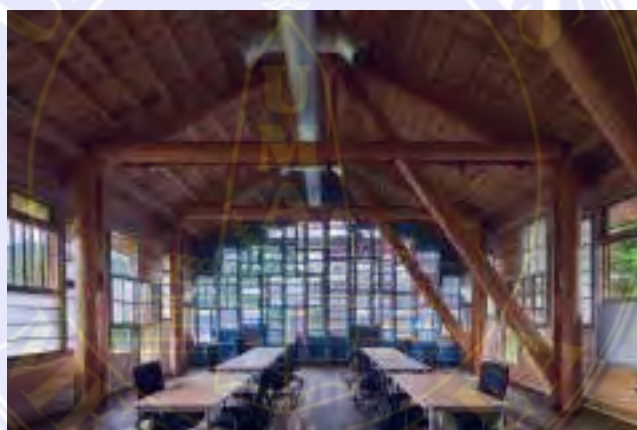


Gambar 2 37 Tampilan Luar Hotel WHY

Sumber: <https://www.archdaily.com>

b. Ruang Rapat/Lab Kolaborasi

Berfungsi sebagai tempat diskusi pengelola mengenai konsep zero waste dan praktek pemilahan sampah



Gambar 2 38 Ruang Diskusi Pengelola

Sumber: <https://www.archdaily.com>

c. Restroom/Laundromat

Terdapat area coin laundry dan toilet pada Kamikatsu Zero Waste disediakan 24 jam perhari.



Gambar 2 39 Restroom Kamikatsu Zero Waste

Sumber: <https://zwtk.jp/en/zwcenter/>

#### d. Ruang Edukasi Komunitas

Berfungsi sebagai tempat belajar interaktif mengenai konsep zero waste dan praktek pemilahan sampah. Ruang ini dirancang untuk menciptakan suasana yang lebih terbuka dan inklusif, memungkinkan berbagai aktivitas seperti diskusi, edukasi, atau sekadar beristirahat sebelum melanjutkan kegiatan.



Gambar 2 40 Ruang Komunitas

Sumber: <https://www.archdaily.com>

#### e. Toko Kuru-kuru

Menyediakan fasilitas seperti toko barang bekas, area perbaikan, dan ruang edukasi. Pengunjung dapat melihat langsung proses daur ulang, mulai dari pengumpulan hingga pemilahan dan pengolahan sampah, memberikan

pemahaman mendalam tentang pentingnya pengelolaan limbah yang berkelanjutan.



Gambar 2 41 Toko Kuru-kuru

Sumber: <https://zwtk.jp/en/zwcenter/>

#### f. Area Sortir Sampah

Menyediakan tempat sortir untuk 45 kategori sampah berbeda, yang disusun secara sistematis, yang memungkinkan akses lebih mudah bagi forklift dan kendaraan operasional. Desain ini membantu memperlancar pergerakan logistik serta meningkatkan efisiensi dalam proses pemindahan dan pengelolaan sampah di dalam fasilitas.



Gambar 2 42 Area Sortir Sampah Daur Ulang

Sumber: <https://www.archdaily.com>

### Material dan Stuktur

Salah satu ciri khas desain ini adalah penggunaan 700 jendela bekas yang disumbangkan warga lokal, disusun pada fasad dan atap bangunan, menciptakan pencahayaan alami yang dramatis dan memperkuat konsep keberlanjutan.



Gambar 2 43 700 Jendela Bekas

Sumber: <https://www.archdaily.com>

Struktur utama bangunan menggunakan kayu cedar lokal untuk kolom dan kaki bangunan, pilihan material ini menurunkan jejak karbon dan memperkuat kesan natural dalam desain.



Gambar 2 44 Struktur Kaki Kolom Menggunakan Material Kayu Cedar

Sumber: <https://www.archdaily.com>

Denah bangunan memperlihatkan alur sirkulasi yang intuitif, mengarahkan pengunjung untuk melalui setiap fungsi dengan rute yang logis: mulai dari edukasi, sortir, hingga pembelian produk daur ulang.



Gambar 2 45 Denah Sirkulasi Kamikatsu Zero Waste

Sumber: <https://www.archdaily.com>

## 2) Jangjo Zero Waste Integrated (JOWI), Jakarta Barat

### a. Deskripsi Objek

Lokasi : Jalan Daan Mogot nomor 474, Kecamatan Cengkareng,

Kota Jakarta Barat

Luas :  $\pm 3.000 \text{ m}^2$

Pengelola : PT Jangjo Teknologi Indonesia

Sistem : JOWI (Jangjo Zero Waste Integrated)



Gambar 2 46 JOWI (Jangjo Zero Waste Integrated) System

Sumber: <https://www.youtube.com/watch?v=OfubAripNMM&t=1285s>

Jangjo Zero Waste Integrated (JOWI) adalah fasilitas pengolahan sampah terpadu yang dikembangkan oleh startup lingkungan PT Jangjo Teknologi Indonesia sejak tahun 2020. Sistem yang mereka terapkan berbasis pendekatan zero waste, yaitu mengolah semua jenis sampah organik maupun sampah anorganik hingga tidak ada yang tersisa untuk dibuang ke TPA.

Dengan luas area  $\pm 3.000 \text{ m}^2$ , fasilitas ini mampu mengelola hingga 200 ton sampah per hari melalui berbagai lini pengolahan seperti Junk to Food (budidaya maggot dari sampah organik), Junk to Energy (pembuatan RDF dan SRF dari sampah campuran), dan Junk to Material (pengolahan plastik menjadi bahan bangunan tahan lama). JOWI tidak hanya menjadi pionir dalam pendekatan ekonomi sirkular, tetapi juga memberikan dampak nyata bagi lingkungan kota dan sistem pengelolaan sampah berbasis komunitas.

#### **b. Kajian Sistem Pengolahan Sampah Alur Proses Pengolahan Sampah**

Proses pengolahan sampah di JOWI terbagi menjadi beberapa tahap utama yang akan dibahas pada point selanjutnya, sebagai berikut :

##### **a. Area Loading**

Area ini berfungsi sebagai titik awal penerimaan sampah dari berbagai sumber, termasuk layanan pickup Jangjo yang melayani perumahan, pusat perbelanjaan, dan restoran.



Gambar 2 47 Proses Penyortiran

Sumber: <https://www.youtube.com/watch?v=OfubAripNMM&t=1285s>

Sampah yang diterima kemudian ditimbang dan didata sebelum masuk ke tahap pemrosesan selanjutnya.

b. Area Pemilahan Sampah

Sampah yang telah diterima akan dipilah menjadi dua kategori utama, yakni sampah organik (basah) seperti sisa makanan dan limbah dapur serta sampah anorganik (kering) seperti kardus, kertas, dan botol plastik yang akan disalurkan ke pabrik daur ulang.



Gambar 2 48 Area Pemilahan Sampah Jangjo

Sumber: <https://www.youtube.com/watch?v=OfubAripNMM&t=1285s>

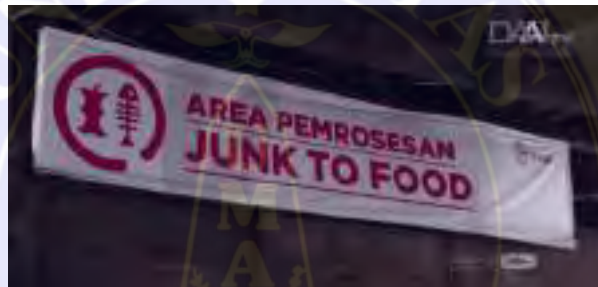
Pemilahan dilakukan secara manual dan mekanis menggunakan mesin trommel screen untuk memisahkan berdasarkan ukuran dan jenis material.



Gambar 2 49 Pemilahan dilakukan Manual dibantu Conveyor Veeder

Sumber: <https://www.youtube.com/watch?v=OfubAripNMM&t=1285s>

c. Pemrosesan Sampah Organik (Junk to Food)



Gambar 2 50 Area Junk to Food

Sumber: <https://www.youtube.com/watch?v=OfubAripNMM&t=1285s>

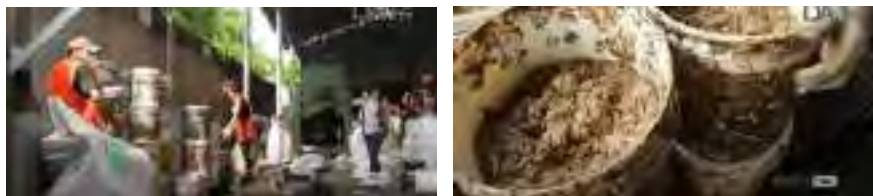
Area ini sebagai tempat pengelolaan sampah organik lebih lanjut, sampah organik yang telah dipilah akan dihancurkan menggunakan mesin pencacah.



Gambar 2 51 Proses Pencacahan Sampah Organik

Sumber: <https://www.youtube.com/watch?v=OfubAripNMM&t=1285s>

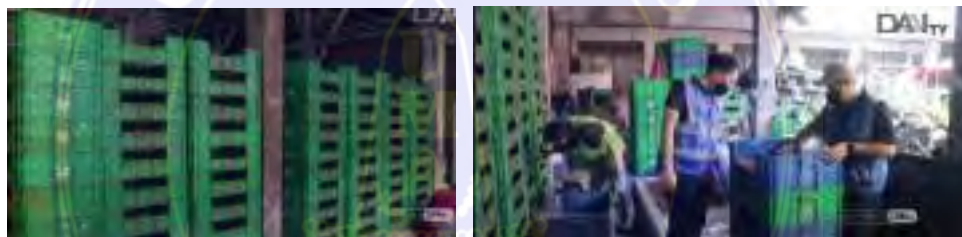
Sampah organik yang telah dicacah akan disortir dan siap untuk diberikan kepada larva Black Soldier Fly (BSF)/larva maggot.



Gambar 2 52 Cacahan Sampah Organik untuk Pakan Maggot

Sumber: <https://www.youtube.com/watch?v=OfubAripNMM&t=1285s>

Kemudian digunakan sebagai pakan untuk budidaya larva Black Soldier Fly (BSF)/larva maggot.



Gambar 2 53 Area Budidaya Maggot

Sumber: <https://www.youtube.com/watch?v=OfubAripNMM&t=1285s>

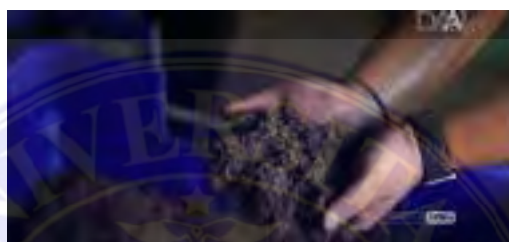
Larva maggot ialah larva BSF yang dapat digunakan sebagai pakan ternak atau hewan peliharaan yang memiliki protein sangat baik. Dan setiap harinya, Jangjo menghasilkan sekitar 250-350 kg maggot segar.



Gambar 2 54 Maggot sebagai Pakan Ternak Berkualitas

Sumber: <https://www.youtube.com/watch?v=OfubAripNMM&t=1285s>

Selain itu, sisa dari proses budidaya maggot ini menghasilkan kompos yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik.



Gambar 2 55 Manggot menghasilkan Kompos

Sumber: <https://www.youtube.com/watch?v=OfubAripNMM&t=1285s>

d. Pemrosesan Sampah Campuran (Junk to Energy)

Jenis sampah di Indonesia biasanya bercampur antara sampah organik dan sampah anorganik.



Gambar 2 56 Area Junk to Energy

Sumber: <https://www.youtube.com/watch?v=OfubAripNMM&t=1285s>

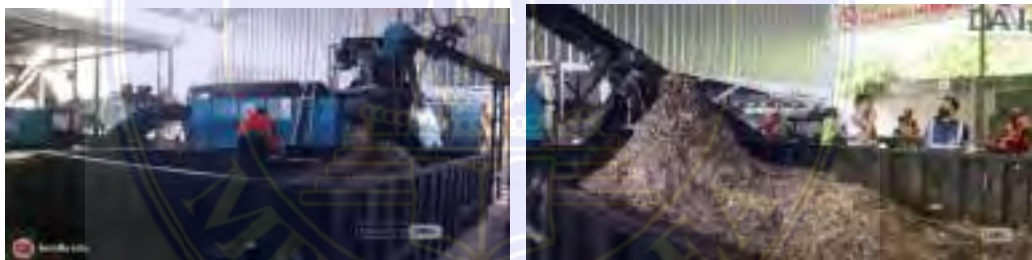
Ketika dalam proses pemilahan, sampah anorganik yang tercampur dengan organik dan sulit dipisahkan akan melalui proses penghancuran menggunakan mesin crusher dan pemisahan menggunakan trommel screen.



Gambar 2 57 Mesin Trommel Screen menghasilkan RDF dan SRF

Sumber: <https://www.youtube.com/watch?v=OfubAripNMM&t=1285s>

Sampah-sampah yang sudah diproses akan menjadi potongan yang lebih kecil 2-5 cm menghasilkan Refuse Derived Fuel (RDF) sebagai bahan bakar alternatif yang digunakan semen, dan Solid Recovered Fuel (SRF) sebagai bahan bakar pengganti batu bara yang digunakan di industri lain. Setiap harinya, Jangjo menghasilkan sekitar 7,5-10 ton RDF dan 2-3 ton SRF.



Gambar 2 58 Sampah RDF dan SRF untuk Bahan Bakar Pengganti

Sumber: <https://www.youtube.com/watch?v=OfubAripNMM&t=1285s>

#### e. Pemrosesan Sampah Plastik (Junk to Material)



Gambar 2 59 Area Junk to Material

Sumber: <https://www.youtube.com/watch?v=OfubAripNMM&t=1285s>

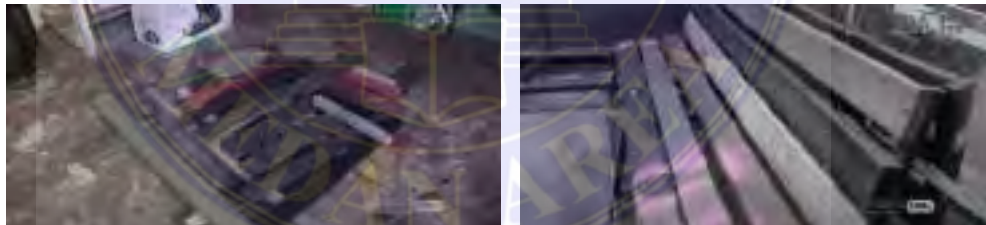
Sampah plastik yang tidak dapat didaur ulang secara konvensional akan diolah menjadi material bangunan seperti decking, partisi, dan ubin melalui proses ekstrusi.



Gambar 2 60 Proses Ekstraksi Sampah Plastik

Sumber: <https://www.youtube.com/watch?v=OfubAripNMM&t=1285s>

Material hasil dari ekstrusi plastik ini memiliki keunggulan tahan terhadap air dan tidak mudah rusak terhadap paparan matahari, tahan lama terhadap cuaca dan beban, dan ramah lingkungan serta mengurangi jumlah sampah plastik yang berakhir di TPA.



Gambar 2 61 Menghasilkan Material yang Kokoh

Sumber: <https://www.youtube.com/watch?v=OfubAripNMM&t=1285s>

Dengan sistem yang dijalankan ini memungkinkan pengolahan sampah di lokasi-lokasi kecil dengan efisiensi tinggi, hanya membutuhkan lahan sekitar 3.000 m<sup>2</sup> untuk mengolah hingga 6.000 ton sampah campur per bulan.

### **Dampak dan Keunggulan**

1. Zero Waste: Seluruh sampah diolah tanpa residu, tidak ada yang dikirim ke TPA.
2. Efisiensi Lahan: Mengolah hingga 200 ton sampah per hari dengan lahan  $\pm 3.000 \text{ m}^2$ .
3. Ekonomi Sirkular: Menghasilkan produk bernilai dari sampah, seperti maggot, RDF, SRF, dan material bangunan.
4. Laporan Dampak: Menyediakan laporan dampak lingkungan kepada pengguna layanan.
5. Kolaborasi dengan Sektor Swasta: Telah bekerja sama dengan berbagai pusat perbelanjaan dan hotel di Jakarta untuk pengelolaan sampah yang lebih efektif.

### 2.3.3 Kesimpulan Proyek Sejenis

Tabel 2.4 Kesimpulan Proyek Sejenis

No.	Analisis	Studi Proyek Sejenis	
		Kamikatsu Zero Waste (Jepang)	Jangjo Zero Waste Integrated (JOWI), Jakarta
1.	Lokasi	Fukuhara, Kamikatsu, Katsuura District, Tokushima 771-4501, Jepang	Jalan Daan Mogot No. 474, Jakarta Barat
2.	Luas	5.557 m <sup>2</sup>	3.000 m <sup>2</sup>
3.	Tahun Operasional	2020	2020
4.	Fungsi	Edukasi, pusat daur ulang zero waste, dan komunitas	Pengolahan sampah zero waste
5.	Ruang	1. Hotel WHY/akomodasi 2. Ruang lab/kantor pengelola	1. Area Loading 2. Area pemilahan sampah

		3. Toilet dan laundry 4. Ruang komunitas edukasi 5. Toko Kuru-kuru 6. Area sortir 45 jenis sampah daur ulang	3. Junk to Food 4. Junk to Energy 5. Junk to Material
6.	Kapasitas Pengolahan	Tidak disebutkan eksplisit, tapi sortir 45 jenis sampah	Hingga 200 ton per hari (25 ton/8 jam di luas 400 m <sup>2</sup> )
7.	Konsep Bangunan	Filosofi tanda tanya, arsitektur partisipatif, 700 jendela bekas	Fokus sistem, bukan bentuk. Bangunan fungsional modular
8.	Sistem Teknologi	Manual sorting & edukatif	Trommel screen, mesin conveyor, mesin pencacah, mesin ekstrusi, pemanfaatan maggot
9.	Dampak/Keluaran	Edukasi masyarakat, promosi gaya hidup sadar lingkungan	Zero waste output (maggot, RDF/SRF, material plastik tahan air)
10.	Pendekatan Rancang	Arsitektur komunitas dan keberlanjutan	Sistem berbasis teknologi sirkular tanpa limbah

Sumber: Analisis Pribadi, 2025

### Kesimpulan Sistem Pengolahan Sampah pada JOWI

Sistem pengolahan sampah di JOWI (Jangjo Zero Waste Integrated) di Jakarta Barat menunjukkan penerapan sistem sirkular yang terstruktur dan terintegrasi dengan pendekatan zero waste.



Gambar 2 62 Alur Pengolahan Sampah Jowi

sumber: Analisis Pribadi, 2025.

Dari studi banding yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pendekatan sistem sirkular zero waste seperti yang diterapkan di Kamikatsu dan JOWI menunjukkan keberhasilan dalam pengelolaan limbah, baik dari aspek teknis maupun edukatif. Dengan melihat konteks tersebut, **Kampung Daur Ulang di Deli Serdang dirancang sebagai adaptasi lokal dari model serupa yang disesuaikan dengan skala masyarakat desa.**

## **BAB III**

### **METODOLOGI PERANCANGAN**

#### **3.1 Metode Perancangan yang Diterapkan**

Dalam merancang Kampung Daur Ulang di Kecamatan Namorambe Kabupaten Deli Serdang dengan Pendekatan Bangunan Hemat Energi terdapat beberapa tahapan yang harus dilakukan. Tahapan ini dimulai dengan merumuskan ide rancangan hingga menjadi sebuah konsep yang matang yang kemudian akan diterapkan pada objek rancangan. Kegiatan yang dilakukan berupa pengumpulan dan pengolahan data, analisis data, perumusan ide rancangan, dan lain sebagainya. Melalui tahapan-tahapan ini dapat mempermudah dalam merancang dan berjalan secara sistematis serta terarah.

Metode yang akan digunakan dalam merancang *Kampung Daur Ulang di Kabupaten Deli Serdang dengan Pendekatan Bangunan Hemat Energi* yaitu metode **kualitatif-deskriptif**, dengan pendekatan studi kasus dan studi komparatif. Perancangan Kampung Daur Ulang ini memadukan fungsi edukasi, pelatihan dan aktivitas komunitas dalam satu kawasan, sebagai upaya mendorong perubahan perilaku masyarakat terhadap pengelolaan sampah melalui pendekatan yang interaktif dan partisipatif.

#### **3.2 Teknik Pengumpulan dan Pengolahan Data**

Dalam proses merancang dibutuhkan data-data terkait sebagai data pendukung agar dapat menghasilkan rancangan yang baik dan totalitas. Tahapan ini dilakukan mulai dari proses perumusan ide perancangan hingga tahap analisis. Terdapat dua jenis pengumpulan data, yakni data primer dan data sekunder.

### 3.2.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung melalui proses observasi atau survei di lapangan. Informasi yang dikumpulkan bisa berupa data kualitatif maupun kuantitatif, tergantung pada tujuan pengamatan. Pengumpulan data primer ini dilakukan melalui beberapa teknik berikut:

#### a. Observasi

Melalui tahapan observasi dilakukan pengamatan langsung untuk mengetahui kondisi eksisting, permukiman, potensi lingkungan dan perilaku masyarakat terkait pengelolaan sampah. Kegiatan yang dilakukan untuk observasi, yaitu survei ke lokasi tapak yang akan dibangun dan melakukan studi banding terhadap bangunan yang memiliki persamaan fungsi yang telah ada sebelumnya. Survei pada tapak dilakukan untuk mengetahui dan merasakan sendiri bagaimana kondisi tapak yang akan dibangun. Sedangkan, studi banding dilakukan bertujuan untuk mendapat data terkait objek rancangan, baik itu aspek arsitektural ataupun secara teknis sistemnya.

#### b. Dokumentasi

Kegiatan dokumentasi dilakukan untuk memperkuat data eksisting yang telah didapatkan. Hasil dokumentasi dapat berupa foto-foto kondisi yang telah diambil. Data-data yang telah didapat kemudian akan dikaji dan menjadi informasi untuk mendukung dalam kegiatan perancangan nanti.

### 3.2.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh melalui studi literatur dan kajian pustaka. Data ini kemudian dianalisis untuk mendukung proses perancangan, mulai dari analisis tapak hingga perumusan konsep desain.

Informasi yang dikumpulkan mencakup pandangan para ahli terkait objek dan pendekatan yang digunakan, serta studi komparatif dari proyek sejenis. Objek studi banding dapat berupa bangunan dengan fungsi serupa, pendekatan arsitektur yang sejalan, atau sistem ruang yang relevan dengan rancangan. Berikut ini merupakan sumber-sumber data primer, sebagai berikut:

**a. Tinjauan Pustaka**

Tinjauan pustaka dilakukan dengan mengkaji berbagai literatur dan referensi yang mendukung perancangan Kampung Daur Ulang di Kabupaten Deli Serdang dengan Pendekatan Bangunan Hemat Energi. Kajian dilakukan terhadap jurnal ilmiah, artikel dan sumber daring terpercaya yang membahas konsep arsitektur hemat energi, sistem daur ulang berbasis komunitas, serta studi proyek sejenis dan tema sejenis. Informasi yang diperoleh akan digunakan untuk memperkuat pendekatan perancangan, strategi pengolahan sampah, serta integrasi elemen arsitektur yang mendukung bangunan hemat energi yang berkelanjutan.

**b. Studi Komparasi**

Studi komparatif, yaitu dengan membandingkan beberapa objek yang relevan dengan fungsi maupun tema perancangan. Terdapat dua jenis objek yang dikaji, yaitu objek yang berkaitan langsung dengan rancangan dan objek yang selaras dengan tema. Kegiatan ini bertujuan untuk memperoleh wawasan desain, memahami kelebihan serta kekurangan dari bangunan eksisting, dan menjadikannya bahan pembelajaran dalam merancang bangunan yang lebih baik juga kontekstual.

### **3.3 Teknik Analisis**

Analisis perlu dilakukan sebagai dasar pertimbangan dalam kegiatan merancang. Proses ini berupa pengolahan data yang telah diperoleh sebelumnya. Hasil dari pengolahan tersebut akan menghasilkan alternatif rancangan yang dapat dipertimbangkan, sehingga dapat ditentukan pilihan terbaik untuk diterapkan. Pertimbangan dilakukan dari berbagai aspek, mulai dari kondisi tapak yang akan digunakan, hal-hal yang berkaitan dengan objek rancangan seperti aktivitas serta pengguna, hingga pendekatan yang dipilih. Semua pertimbangan ini akan diarahkan untuk menghasilkan solusi desain yang sesuai, seperti pemilihan struktur, bentuk bangunan, dan elemen arsitektural lainnya.

Tahapan analisis yang akan dilaksanakan pada perancangan, yakni: analisis Fungsi, analisis Pengguna dan Aktivitas, analisis Ruang, Analisis Tapak, Analisis Bentuk, Analisis Struktur, dan analisis Utilitas.

#### **3.3.1 Analisis Fungsi**

Analisis fungsi bertujuan untuk mengidentifikasi fungsi-fungsi utama dari objek perancangan, yang meliputi fungsi primer, sekunder, dan fungsi penunjang. Hasil dari analisis ini menjadi dasar untuk tahap berikutnya, yaitu analisis pengguna dan aktivitas di dalam bangunan.

#### **3.3.2 Analisis Pengguna dan Aktivitas**

Berdasarkan hasil analisis fungsi, dilakukan pemetaan pengguna dan aktivitas yang terjadi di dalam bangunan. Setiap kategori pengguna diuraikan aktivitasnya secara rinci untuk menghasilkan alur pergerakan yang jelas. Analisis

ini menjadi landasan dalam menentukan kebutuhan ruang dan sirkulasi antar ruang.

### 3.3.3 Analisis Ruang

Analisis ruang dilakukan untuk menentukan kebutuhan besaran ruang, persyaratan ruang, serta hubungan antar ruang. Selain itu, dilakukan juga zonasi ruang berdasarkan tingkat privasi, yaitu zona publik, privat, dan servis. Analisis ini penting untuk mendukung kenyamanan dan kelancaran aktivitas pengguna di dalam bangunan.

### 3.3.4 Analisis Tapak

Merupakan analisis yang dilakukan dengan mempertimbangkan kondisi tapak terhadap perancangan objek. Beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam analisis tapak, antara lain:

- Bentuk dan dimensi tapak,
- Aksesibilitas menuju tapak,
- Batas-batas tapak,
- Potensi tapak (seperti sumber air, vegetasi),
- Pandangan (view) ke dalam dan keluar tapak,
- Kondisi iklim,
- Tingkat kebisingan,
- Orientasi dan penempatan massa bangunan.

Melalui analisis ini, permasalahan yang muncul di tapak dapat diidentifikasi, kemudian dicarikan alternatif solusi untuk mendukung keputusan desain yang optimal.

### **3.3.5 Analisis Bentuk**

Analisis bentuk berfokus pada pertimbangan estetika, fungsi, pendekatan arsitektur, dan nilai filosofi yang ingin diwujudkan dalam rancangan. Pemilihan bentuk bangunan diupayakan sejalan dengan konsep dasar desain serta karakter tapak.

### **3.3.6 Analisis Struktur**

Analisis bentuk berfokus pada pertimbangan estetika, fungsi, pendekatan arsitektur, dan nilai filosofi yang ingin diwujudkan dalam rancangan. Pemilihan bentuk bangunan diupayakan sejalan dengan konsep dasar desain serta karakter tapak.

### **3.3.7 Analisis Utilitas**

Analisis utilitas bertujuan menentukan sistem utilitas yang efisien, mudah dirawat, dan mendukung kenyamanan pengguna. Cakupan utilitas meliputi sistem plumbing, sistem elektrikal dan mekanikal, sistem ventilasi, serta sarana transportasi vertikal jika diperlukan.

## **3.4 Sintesis (perumusan metode)**

Tahapan ini menjadi kunci dalam menentukan arah desain, karena keputusan yang diambil akan mempengaruhi seluruh pengembangan perancangan hingga tahap akhir. Sebagai tindak lanjut dari analisis yang telah dilakukan, pembagian konsep dalam perancangan ini meliputi: konsep dasar, konsep tapak,

konsep ruang, konsep bentuk, konsep struktur, dan konsep utilitas, yang seluruhnya disusun untuk mendukung terciptanya bangunan yang berfungsi efektif, berkelanjutan, dan kontekstual terhadap kebutuhan masyarakat.

Metodologi perancangan yang digunakan secara sistematis mendukung pembentukan rancangan berdasarkan permasalahan nyata, pendekatan teoritis, dan data tapak. Tahapan ini menghasilkan dasar keputusan desain yang terukur dan kontekstual terhadap kebutuhan masyarakat lokal di Kabupaten Deli Serdang.



## BAB VI PENUTUP

### 6 Kesimpulan

Perancangan Kampung Daur Ulang di Kecamatan Namorambe, Kabupaten Deli Serdang, bertujuan menjawab kebutuhan kawasan akan fasilitas pengelolaan sampah yang terintegrasi dengan fungsi edukasi dan ekonomi. Desain kawasan ini dirumuskan melalui tiga massa utama, yaitu bangunan pengolahan, bangunan edukasi, serta bangunan bisnis dan perkantoran, yang saling terhubung dalam satu sistem ruang terpadu.

Konsep perancangan berangkat dari filosofi Kintsugi yang merepresentasikan transformasi dari kerusakan menuju nilai baru, diwujudkan melalui komposisi massa dan alur ruang yang berlapis. Setiap zona dirancang untuk membentuk pengalaman edukatif bertahap, mulai dari pemahaman, kesadaran, hingga keterlibatan masyarakat.

Selain itu, pendekatan bangunan hemat energi diterapkan melalui strategi pasif seperti ventilasi silang, pencahayaan alami, pemanfaatan material lokal, dan penggunaan elemen daur ulang. Prinsip ini mendukung efisiensi energi sekaligus memperkuat identitas kampung sebagai kawasan berkelanjutan.

Dengan demikian, Kampung Daur Ulang diharapkan tidak hanya menjadi pusat teknis pengolahan limbah, tetapi juga ruang belajar dan pemberdayaan yang mendorong terciptanya pola hidup berkelanjutan bagi masyarakat sekitar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. (2025). Web API BPS. <https://web-api.bps.go.id/> (diakses 13 Juni 2025 pukul 06.31 WIB).
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Deli Serdang. (2025). Beranda. <https://deliserdangkab.bps.go.id/> (diakses 13 Juni 2025 pukul 05.39 WIB).
- Burhanuddin. (2011). Bangunan Hemat Energi antara Permasalahan Kenyamanan Bangunan dan Penghematan Energi. *Jurnal Ruang* (Vol 3, No. 2).
- Fahmi, M. R. (2018). *Pengaruh Ventilation Shaft Terhadap Aliran Udara Di Dalam Bangunan Apartemen Di Surabaya* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Fikry, N., & Abduh, M. (2023, May). Konsep Arsitektur Tropis Dan Hemat Energi Untuk Bangunan Modern. In *Seminar Keinsinyuran Program Studi Program Profesi Insinyur* (Vol. 3, No. 1).
- Hasibuan, M. R. R. (2023). Manfaat Daur Ulang Sampah Organik Dan Anorganik Untuk Kesehatan Lingkungan.
- Hutabarat, I. N., Priyambada, I. B., Samudro, G., Lokahita, B., Syafrudin, I. W. W., & Hadiwidodo, M. (2018). Potensi Material Sampah Combustible pada Zona Pasif TPA Jatibarang Semarang sebagai Bahan Baku RDF (Refuse Derived Fuel). *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*, 7(1).
- Ikhsani, I. M., & Fauziah, I. Y. (2022). PENGARUH UKURAN JENDELA DAN WINDOW TO WALL RATIO (WWR) TERHADAP INTENSITAS PENCAHAYAAN ALAMI PADA RUANG KELAS (Studi Kasus: SDN 2 Mlati, Sleman, Yogyakarta).

- Marsyah, S., Fitria, L., & Sutrisno, D. H. (2021). Perancangan Tempat Pengolahan Sampah (TPS) 3R di Kelurahan Sungai Jawi Dalam Kota Pontianak. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 9(2), 062-071.
- Meteoblue. (2025). Wind Rose Diagram Sudirejo. <https://www.meteoblue.com/> (diakses 13 Juni 2025 pukul 20.10 WIB).
- Paminto, J., Fianti, F., & Yulianti, I. (2021). The Effect of Surface Color on the Absorption of Solar Radiation. *Physics Communication*, 5(1), 27-32.
- Pemerintah Kabupaten Deli Serdang. (2011). Peraturan Daerah Kabupaten Deli Serdang Nomor 6 Tahun 2011 tentang Pengelolaan Sampah.
- Penfui, J. A., Kupang-NTT, K. P., & Habibie, J. P. D. I. B. (2023). Review Penerapan Shading Device Pada Double Skin Façade Untuk Kenyamanan Termal Dan Effisiensi Energi Bangunan. Pengolahan Sampah Tandingan Banyumas Ada di JAKARTA! – Jangjo Indonesia. BumikuSatu. <https://youtu.be/LBD92Msp7Yo?si=KNeoJCLAqG0gvwbb>, diakses tanggal 27 Mei 2025 pukul 21.30 WIB.
- Permana, A. B., & Arsandrie, Y. (2021, August). Penerapan Desain Arsitektur Hemat Energi pada Bangunan Shopping Mall (Studi Kasus: Plaza Lawu Madiun). In *Prosiding (SIAR) Seminar Ilmiah Arsitektur* (pp. 82-89).
- Prakoso, A. T., Davin, S., Mahendra, N. Y., Saputra, M. A., & Basri, H. (2022). Pemanfaatan Limbah Plastik Dalam Pembuatan Filamen 3D Printer

Menggunakan Mesin Ekstrusi Pada Lab Konversi Energi Universitas Sriwijaya. *Jurnal Pelita Sriwijaya*, 1(2), 043-052.

Purnamasari, D. K., Syamsuhaidi, S., Erwan, E., Wiryawan, K. G., Sumiati, S., Taquiuddin, M., ... & Ardyanti, N. P. W. O. (2023). Kualitas Fisik dan Kimiawi Maggot BSF yang Dibudidayakan Oleh Peternak Menggunakan Media Pakan yang Berbeda. *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*, 9(1), 95-104.

Santoso, B. (2022). Bangunan Hemat Energi. <https://bonisantoso.staff.uns.ac.id/bangunan-hemat-enerji/> (diakses 13 Juni 2025 pukul 10.03 WIB).

Tondok, M. S. (2008). Menyampah dari Perspektif Psikologi. *Surabaya Post*, 13 Juli.

Widyadhary, S. A., & Marpaung, B. O. (2022, August). Kajian Arsitektur Hemat Energi dalam Pembangunan Kembali Pasar Induk Lau Cih di Kota Medan. In *Talenta Conference Series: Energy and Engineering (EE)* (Vol. 5, No. 1, pp. 129-133).

## LAMPIRAN

## BPS KAB. DELI SERDANG

No.	Nama Kecamatan	Luas Lahan (Ha)	Jumlah Penduduk (Jiwa)				
			2020	2021	2022	2023	2024
1.	Gunung Meriah	76,65	3.193	3.221	3.254	3.373	3.436
2.	S.T.M. Hulu	223,38	13.554	13.594	13.652	14.069	14.248
3.	Sibolangit	179,96	19.980	20.003	20.053	20.630	20.856
4.	Kutalimbaru	174,92	36.238	36.320	36.450	37.539	37.992
5.	Pancur Batu	122,53	93.470	93.757	94.172	97.064	98.318
6.	<b>Namo Rambe</b>	<b>62,38</b>	<b>39.697</b>	<b>39.757</b>	<b>39.871</b>	<b>41.031</b>	<b>41.496</b>
7.	Biru-Biru	89,69	39.083	39.288	39.546	40.848	41.465
8.	S.T.M. Hilir	190,5	33.159	33.215	33.315	34.290	34.685
9.	Bangun Purba	129,95	24.375	24.514	24.688	25.513	25.911
10.	Galang	150,29	70.136	70.593	71.147	73.583	74.789
11.	Tanjung Morawa	131,75	223.450	225.264	227.396	235.558	239.800
12.	Patumbak	46,79	97.994	98.303	98.744	101.784	103.107
13.	Deli Tua	9,36	59.292	59.567	59.923	61.860	62.756
14.	Sunggal	92,52	241.359	242.406	243.785	251.588	255.159
15.	Hamparan Perak	230,15	163.521	163.865	164.430	169.316	171.337
16.	Labuhan Deli	127,23	67.129	67.421	67.806	69.977	70.971
17.	Percut Sei Tuan	190,79	402.468	405.334	408.770	423.020	430.214
18.	Batang Kuis	40,34	65.075	65.588	66.194	68.554	69.772
19.	Pantai Labu	81,85	49.167	49.485	49.872	51.578	52.421
20.	Beringin	52,69	60.711	61.199	61.773	63.985	65.133
21.	Lubuk Pakam	31,19	88.576	88.808	89.161	91.858	93.003
22.	Pagar Merbau	62,89	39.814	39.872	39.984	41.146	41.611
<b>Total</b>		<b>2 497,72</b>	<b>1.931.441</b>	<b>1.941.374</b>	<b>1.953.986</b>	<b>2.018.164</b>	<b>2.048.480</b>

