

**PENERAPAN KONSEP NET ZERO ENERGY BUILDING DAN  
ACTIVE LEARNING HUB PADA REDESAIN SEKOLAH  
KATOLIK ABDI SISWA PATRA**



**David Tee**

**0000047642**

**PROGRAM STUDI ARSITEKTUR**

**FAKULTAS SENI DAN DESAIN**

**UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA**

**TANGERANG**

**2024**

**PENERAPAN KONSEP NET ZERO ENERGY BUILDING DAN  
ACTIVE LEARNING HUB PADA REDESAIN SEKOLAH  
KATOLIK ABDI SISWA PATRA**



Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh

Gelar Sarjana Arsitektur

**David Tee**

**00000047642**

**PROGRAM STUDI ARSITEKTUR**

**FAKULTAS SENI DAN DESAIN**

**UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA**

**TANGERANG**

**2024**

## HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Dengan ini saya,

Nama : David Tee  
Nomor Induk Mahasiswa : 00000047642  
Program studi : Arsitektur

Laporan Skripsi dengan judul:

“Penerapan Konsep Net Zero Energy Building dan Active Learning Hub Pada Redesain Sekolah Katolik Abdi Siswa Patra”

merupakan hasil karya saya sendiri bukan plagiat dari karya ilmiah yang ditulis oleh orang lain, dan semua sumber, baik yang dikutip maupun dirujuk, telah saya nyatakan dengan benar serta dicantumkan di Daftar Pustaka.

Jika di kemudian hari terbukti ditemukan kecurangan/penyimpangan, baik dalam pelaksanaan skripsi maupun dalam penulisan laporan skripsi, saya bersedia menerima konsekuensi dinyatakan TIDAK LULUS untuk mata kuliah AR800 Final Project yang telah saya tempuh.

Tangerang, 18 Juni 2024



(David Tee)

U N I V E R S I T A S  
M U L T I M E D I A  
N U S A N T A R A

## HALAMAN PERSETUJUAN

Laporan Skripsi dengan judul

“Penerapan Konsep Net Zero Energy Building dan Active Learning Hub Pada  
Redesain Sekolah Katolik Abdi Siswa Patra”

Oleh

Nama : David Tee

NIM : 0000004

Program Studi : Arsitektur

Fakultas : Seni & Desain

Telah disetujui untuk diajukan pada

Sidang Ujian AR8 Final Project Universitas Multimedia Nusantara

Tangerang, 18 Juni 2024

Pembimbing



Yuninda Mukty Ardyanny, S.T., M.Ars.  
071306 / 0307029404

Ketua Program Studi Arsitektur



Muhammad Cahya Mulya Daulay, S.Sn., M.Ds.  
031272/0331107801

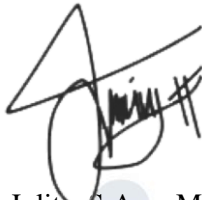
## HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Skripsi dengan judul  
“Penerapan Konsep Net Zero Energy Building dan Active Learning Hub Pada  
Redesain Sekolah Katolik Abdi Siswa Patra”

Oleh  
Nama : David Tee  
NIM : 00000047642  
Program Studi : Arsitektur  
Fakultas : Seni & Desain

Telah diujikan pada hari Rabu, 5 Juni 2024  
Pukul 10:00 s.d 10:45 dan dinyatakan  
LULUS  
Dengan susunan penguji sebagai berikut.

Ketua Sidang



Ar. Ing Julita, S.Ars., M.Ars.  
100003/0317079701

Penguji



Ar. Rizki Tridamayanti Siregar, S.Pd.,  
M. T, GP  
0307029404/071306

Pembimbing



Yuninda Mukty Ardyanny, S.T., M.Ars.  
071306 / 0307029404  
Ketua Program Studi Arsitektur

Muhammad Cahya Mulya Daulay, S.Sn., M.Ds.  
031272/0331107801

## HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

### KARYA ILMIAH MAHASISWA

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : David Tee  
NIM : 00000047642  
Program Studi : Arsitektur  
Jenjang : S1  
Judul Karya Ilmiah : Penerapan Konsep Net Zero Energy Building dan Active Learning Hub Pada Redesain Sekolah Katolik Abdi Siswa Patra

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa saya bersedia:

- Saya bersedia memberikan izin sepenuhnya kepada Universitas Multimedia Nusantara untuk mempublikasikan hasil karya ilmiah saya ke dalam repositori Knowledge Center sehingga dapat diakses oleh Sivitas Akademika UMN/Publik. Saya menyatakan bahwa karya ilmiah yang saya buat tidak mengandung data yang bersifat konfidensial. Saya tidak akan mencabut kembali izin yang telah saya berikan dengan alasan apapun.
- Saya tidak bersedia mempublikasikan hasil karya ilmiah ini ke dalam repositori Knowledge Center, dikarenakan: Dalam proses pengajuan penerbitan ke dalam jurnal/konferensi nasional/internasional (dibuktikan dengan *letter of acceptance*)\*.

Tangerang, 15 April 2024



(David Tee)

\* Jika tidak bisa membuktikan LoA jurnal/HKI, saya bersedia mengizinkan penuh karya ilmiah saya untuk dipublikasikan ke KC UMN dan menjadi hak institusi UMN.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya haturkan kepada Tuhan yang Maha Esa karena dengan berkat dan perlindungan-Nya, penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi ini dengan tepat waktu. Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat mencapai gelar sarjana Arsitektur di Universitas Multimedia Nusantara. Selain itu, penelitian diharapkan dapat bermanfaat bagi para pembaca maupun peneliti dalam hal memberikan kontribusi pengetahuan terutama dalam hal bangunan hijau.

Terselesaikannya Laporan Skripsi ini tentunya tak luput dari bantuan dan dukungan dari pihak-pihak yang membantu terselesaikan Laporan Skripsi ini dengan baik. Untuk itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

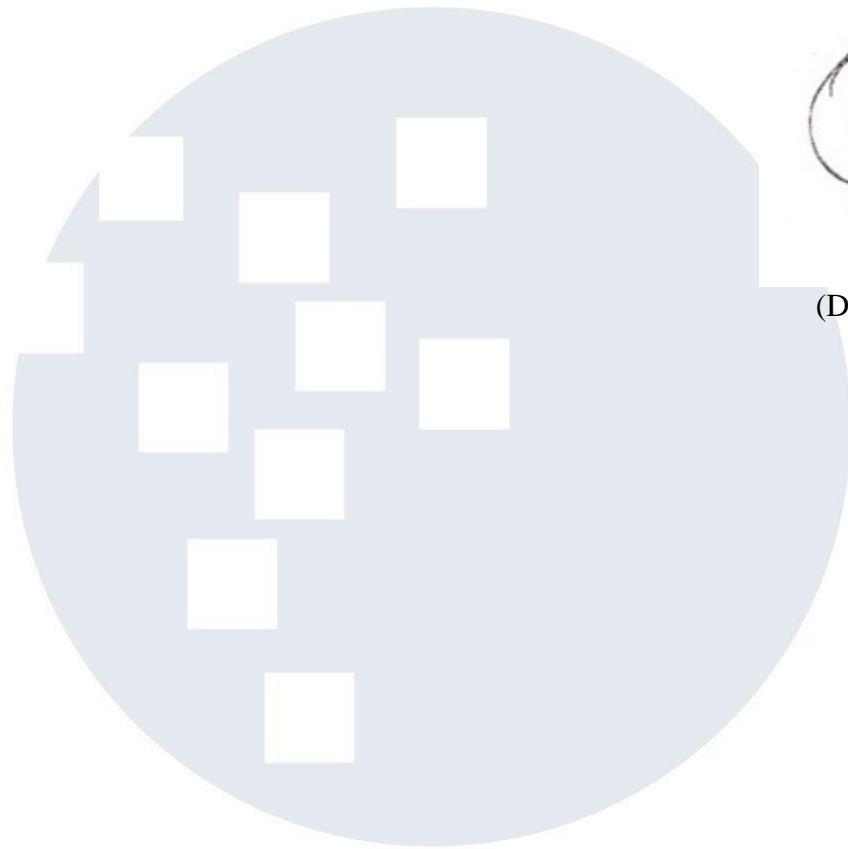
1. Bapak Ninok Leksono, selaku Rektor Universitas Multimedia Nusantara.
2. Bapak Muhammad Cahya Mulya Daulay, selaku Dekan Fakultas Universitas Multimedia Nusantara.
3. Bapak Muhammad Cahya Mulya Daulay, selaku Ketua Program Studi Universitas Multimedia Nusantara.
4. Ibu Yuninda Mukty Ardyanny, sebagai dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi atas terselesainya Laporan Skripsi ini.
5. Keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi ini.
6. Teman-teman lainnya yang selalu mendukung dan mendoakan selama proses ditulisnya Laporan Skripsi ini.

Semoga Laporan Skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi masyarakat luas, studi literatur, dan perancang bangunan dengan kekhususan *green building*.

Tangerang, 15 April 2024



(David Tee)



UMN

UNIVERSITAS  
MULTIMEDIA  
NUSANTARA



# PENERAPAN KONSEP NET ZERO ENERGY BUILDING DAN ACTIVE LEARNING HUB PADA REDESAIN SEKOLAH KATOLIK ABDI SISWA PATRA

(David Tee)

## ABSTRAK

Permasalahan iklim dan pengelolaan sampah yang buruk memberikan dampak negatif bagi masyarakatnya. Kenaikan suhu udara, permasalahan banjir, hingga penumpukan sampah di TPA merupakan beberapa contohnya. Beberapa permasalahan ini juga dialami oleh Sekolah Katolik Abdi Siswa Patra. Sekolah, sebagai tempat belajar seharusnya menjadi tempat yang baik yang dapat dicontoh bagi siswa/siswinya. Namun, permasalahan banjir, pengolahan sampah pasar tradisional yang buruk, dan pencahayaan minim masih dialami di sekolah ini dan memberikan dampak negatif bagi proses belajar di sekolah. Penerapan konsep *Net Zero Energy Building dan Active Learning Hub* terbagi menjadi aspek *Net Zero* dan juga aspek *Active Learning Hub*. Dengan demikian, konsep ini tidak hanya menyelesaikan permasalahan hasil perubahan iklim dan pengelolaan sampah saja, tetapi juga meningkatkan kualitas belajar mengajar siswa/siswinya dengan memperbaiki *circadian rhythm* siswa/siswinya dan meningkatkan konsentrasi belajar. Upaya-upaya ini dilakukan dengan melakukan berbagai strategi sehingga bangunan sekolah ini dapat menjadi *net-zero*, *minimum waste* dan *zero runoff building*, serta tercapainya melanopic lux sesuai dengan WELL Building Standard tentang Circadian Lighting Design. Hasil menunjukkan bahwa upaya-upaya ini berhasil dicapai dengan menerapkan ruangan-ruangan tanpa AC yang nyaman secara termal sesuai ASHRAE-55 tahun 2023, memaksimalkan sDA dan meminimalkan ASE sesuai LEED v4 Option 1, dan menghasilkan energi melalui Solar PV (*net-zero*). *Minimum waste* dicapai dengan mengolah sampah organik dengan membuat BSF farm, sumur resapan, dan biopori dan bekerjasama dengan 3<sup>rd</sup> patry untuk pengelolaan sampah anorganik. Untuk *zero-runoff*, bangunan menginstalasi sumur resapan, biopori, bioswale, *rainwater harvesting*, dan tanaman penyerap air. Sebagai *trigger circadian rhythm* siswa/siswi, dilakukan simulasi menggunakan software Alfa untuk menentukan nilai melanopic lux dengan *daylighting strategies* yang diterapkan.

**Kata kunci:** *Net-zero, minimum waste, zero-runoff, circadian rhythm*

# **IMPLEMENTATION OF NET ZERO ENERGY BUILDING CONCEPT AND ACTIVE LEARNING HUB IN THE REDESIGN OF ABDI SISWA PATRA CATHOLIC SCHOOL**

(David Tee)

## **ABSTRACT (English)**

*Climate problems and poor waste management have negative impacts on society. Rising air temperature, flooding, and the accumulation of waste in landfills are some examples. These problems were also experienced by Abdi Siswa Patra Catholic School. School, as a place of learning, should be an example for its students. However, these problems have caused some negative impacts on the learning process at school and also the environment. The application of the Sustainable Learning Hub concept is divided into net zero and active learning hub aspects. Thus, this concept not only solves the problems resulting from climate change and waste management problem but also improves the quality of learning for students by improving students' circadian rhythm and increasing concentration. These efforts are carried out by implementing various strategies so that this school building can become a net-zero, minimum waste, and zero-runoff building and achieve melanopic lux in accordance with the WELL Building Standard regarding Circadian Lighting Design. The results show that these efforts were successfully achieved by implementing thermally comfortable non-AC rooms according to ASHRAE-55 2023, maximizing sDA and minimizing ASE according to LEED v4 Option 1, and producing energy through solar PV. Minimum waste is achieved by processing organic waste by creating BSF farms, infiltration wells, and biopores and collaborating with the 3rd Party to manage inorganic waste. For zero-runoff, the building installs infiltration wells, biopores, bioswales, rainwater harvesting, and water-absorbing plants. As a trigger for students' circadian rhythm, a simulation was carried out using Alfa software to determine the melanopic lux value with the daylighting strategies applied.*

**Keywords:** *Net-zero, minimum waste, zero-runoff, circadian rhythm*

U N I V E R S I T A S  
M U L T I M E D I A  
N U S A N T A R A

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT .....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN .....	iv
HALAMAN PENGESAHAN .....	v
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	vi
KARYA ILMIAH MAHASISWA .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
ABSTRAK .....	ix
<i>ABSTRACT (English)</i> .....	x
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xxi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Informasi Tapak, Isu, dan Penjelasan Konsep .....	3
1.3 Rumusan Masalah .....	9
1.4 Batasan Masalah .....	10
1.5 Tujuan Penelitian .....	10
1.6 Manfaat Penelitian .....	11
1.7 Sistematika Penulisan .....	11
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	15
2.1 Batasan Konsep Net Zero Energy Building .....	15
2.2 Pemilihan Standar dan Alasan .....	20
2.3 Standar Daylight LEED v4 Daylight Option 1 .....	23
2.4 Melanopic Lux dan Hubungannya dengan <i>Circadian Rhythm</i> .....	24
2.5 <i>Circadian Rhythm</i> dan Daylight Beserta Penerapannya dalam Ruang .....	26
2.6 WELL Building Standard tentang <i>Circadian Lighting Design</i> .....	27
2.7 <i>Active Learning</i> untuk Mendukung <i>Circadian Rhythm</i> .....	28

2.8	Penerapan <i>Active Learning</i> secara Arsitektur .....	29
2.9	Preseden Fasilitas Belajar yang Mengangkat <i>Active Learning</i> .....	36
2.10	Program Ruang, Pengguna, Aktivitas, dan Kapasitas.....	39
2.11	Perbandingan Bubble Diagram Bangunan Eksisting dengan Bangunan Baru.....	41
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>47</b>
3.1	Paradigma .....	47
3.2	Jenis Penelitian .....	47
3.3	Metode Pengumpulan Data .....	47
3.4	Metode Analisis Data .....	48
<b>BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>50</b>
4.1	Strategi Bangunan dan Site untuk Mencapai Bangunan Net-Zero.....	51
4.2	Strategi Bangunan dan Site untuk Mencapai Bangunan Minimum Waste: .....	112
4.3	Strategi Bangunan dan Site untuk Mencapai Bangunan Zero Run-off .....	122
4.4	Strategi Bangunan dan Site untuk Mereduksi Emisi Karbon .....	130
4.5	Strategi Bangunan untuk Mendukung Konsentrasi Belajar dan Mengajar Siswa/Siswinya di Dalam Sekolah.....	133
4.6	Penerapan Sistem Utilitas.....	142
4.7	Penerapan Sistem Konstruksi dan Material.....	152
4.8	Efisiensi yang Berhasil Diperoleh dari Redesain Sekolah Katolik Abdi Siswa Unit Patra dari Segi Energi Listrik dan Air .....	159
4.9	Hasil Block Plan, Site Plan, Denah, Tampak, Potongan, dan Detail..	160
4.10	Visualisasi Perspektif Interior dan Exterior.....	169
4.11	Penerapan Standar Tangga Darurat dan Kebakaran .....	181
4.12	Analisis Ekonomi.....	183
<b>BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>185</b>
5.1	Simpulan.....	185
5.2	Saran.....	187

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Software, Hasil Simulasi, dan Standar .....	10
Tabel 2. 1 Penggunaan Standar dan Alasannya .....	23
Tabel 2. 2 Program Ruang, Pengguna, Aktivitas, dan Kapasitas Lantai 1 .....	40
Tabel 2. 3 Program Ruang, Pengguna, Aktivitas, dan Kapasitas Zona Music School.....	40
Tabel 2. 4 Program Ruang, Pengguna, Aktivitas, dan Kapasitas Zona Office .....	41
Tabel 2. 5 Program Ruang, Pengguna, Aktivitas, dan Kapasitas Zona BSF .....	41
Tabel 4. 1 Spesifikasi Panas dan Pencahayaan Pada Kaca Eksisting dengan Baru .....	55
Tabel 4. 2 Data Solar Factor Jakarta di Berbagai Orientasi .....	57
Tabel 4. 3 Perbandingan Nilai WWR Pada Bangunan Eksisting dengan Bangunan Baru di Keempat Orientasi.....	58
Tabel 4. 4 Perhitungan Detail Tercapainya Nilai WWR Pada Bangunan Baru....	58
Tabel 4. 5 Pemetaan Penggunaan Ceiling dan Wall Mounted Fan Berdasarkan Hasil Studi.....	70
Tabel 4. 6 Daftar Data Perhitungan Equipment Power Density Pada Bangunan Eksisting dan Baru .....	86
Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan People Density, LPD, dan Equipment Power Density Pada Tiap Ruangan di Bangunan Baru .....	87
Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan People Density, LPD, dan Equipment Power Density Pada Tiap Ruangan di Bangunan Eksisting .....	92
Tabel 4. 9 Perbandingan Nilai IKE Sistem Pendinginan Pada Bangunan Baru dengan Bangunan Eksisting Beserta Comfortable Rate.....	96
Tabel 4. 10 Perhitungan Penggunaan Energi Listrik Pada Bangunan Baru Tanpa Daylight Strategy .....	100
Tabel 4. 11 Perhitungan Penggunaan Energi Listrik Pada Bangunan Baru Dengan Daylight Strategy .....	102
Tabel 4. 12 Persentase Penghematan Energi Listrik Hasil Daylight Strategy .....	102
Tabel 4. 13 Daftar Produk Fan, Spesifikasi, dan Merk.....	103
Tabel 4. 14 Data Kebutuhan Energi Tahunan Berdasarkan Hasil Simulasi .....	105
Tabel 4. 15 Penentuan Tilt Solar Panel Paling Ideal.....	107
Tabel 4. 16 Perbandingan Tilt dan Azimuth yang Direkomendasikan dan yang Ditetapkan .....	108
Tabel 4. 17 Perhitungan Total kWp Maksimal Pada Atap dengan Azimuth 30 Derajat.....	108
Tabel 4. 18 Perhitungan Total kWp Sisa yang Perlu Dipenuhi Pada Atap dengan Azimuth 210 Derajat .....	109

Tabel 4. 19 Perbandingan Nilai Energi Kebutuhan Tahunan dengan Energi Produksi Tahunan .....	111
Tabel 4. 20 Perhitungan ROI dan IRR dari Investasi Solar Panel .....	111
Tabel 4. 21 Timbulan Sampah Berdasarkan Fungsi .....	113
Tabel 4. 22 Produksi Sampah dari Sekolah dan Pasar Tradisional Berdasarkan Standar SNI.....	114
Tabel 4. 23 Penerapan Standar Komposisi Sampah Pasar Tradisional pada Pasar Tradisional Patra .....	117
Tabel 4. 24 Total Komposisi Tiap Jenis Sampah Sekolah dan Pasar .....	117
Tabel 4. 25 Volume Biopori yang Dapat Digunakan Sebagai Tampungan Sampah Organik Sekolah.....	119
Tabel 4. 26 Harga Penjualan Sampah Logam.....	119
Tabel 4. 27 Harga Penjualan Sampah Plastik .....	120
Tabel 4. 28 Harga Penjualan Sampah Kertas.....	121
Tabel 4. 29 Data Angka Tinggi Hujan Kota Jakarta.....	123
Tabel 4. 30 Perhitungan Luasan Permukaan Selain Atap Beserta Koefisien Zero Run-offnya .....	124
Tabel 4. 31 Perhitungan LPCD Pada Bangunan Sekolah Baru dengan Kapasitas Maksimal.....	125
Tabel 4. 32 Perhitungan Volume Potensi Air Hujan yang Dapat Diambil dari Atap dan Kapasitas Tangkinya .....	126
Tabel 4. 33 Volume Air Hujan yang Dihasilkan dari Permukaan Selain Atap Ditambah dengan Sisa Volume yang Tidak Bisa Ditampung Tangki .....	127
Tabel 4. 34 Produk Tangki Rainwater Harvesting dan Kapasitas Total .....	127
Tabel 4. 35 Jenis-Jenis Water Handling Features, Kapasitas, dan Volume Air yang Tidak Dapat Tertampung .....	129
Tabel 4. 36 Perhitungan Jumlah Hari yang Dapat Disupply dengan Air Hasil Rainwater Harvesting.....	129
Tabel 4. 37 Emisi Karbon yang Direduksi Hasil Penggunaan Solar Panel .....	130
Tabel 4. 38 Jenis Tanaman/Pohon yang Akan Ditanam Pada Site, Jumlah, dan Carbon Storaganya .....	131
Tabel 4. 39 Total Produksi O <sub>2</sub> Setiap Harinya dan Jumlah Kemampuan Pemenuhan O <sub>2</sub> Untuk Berapa Orang.....	131
Tabel 4. 40 Jenis Ruang Belajar Pada Bangunan Baru, Fungsi, dan Aspek Active Learning yang Terpenuhi .....	142
Tabel 4. 41 Nilai Investasi Bangunan Net Zero dan Thermally Comfortable ....	183
Tabel 4. 42 Nilai Pendapatan Bangunan Sekolah dari Turunnya IKE.....	184
Tabel 4. 43 ROI Keseluruhan Investasi Bangunan Net Zero yang Thermally Comfortable.....	184

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Kondisi Pencahayaan Alami Ruang Kelas SMP dan SMA Sekolah Katolik Abdi Siswa Patra pada Siang Hari .....	1
Gambar 1. 2 Informasi Lahan Sekolah Terkait Banjir.....	2
Gambar 1. 3 Beberapa Berita Mengenai Bencana Banjir di Lingkungan Sekolah dan Penyebab-Penyebabnya.....	2
Gambar 1. 4 Informasi Posisi Site dan Luasan .....	3
Gambar 1. 5 Landmark Sekitar Site yang Berpotensi Memberikan Shading pada Site .....	4
Gambar 1. 6 Shading yang Menutupi Site .....	4
Gambar 1. 7 Peraturan Lahan dan Perhitungannya.....	5
Gambar 1. 8 Permasalahan Waste pada Sekitar Site.....	5
Gambar 1. 9 Breakdown Isu Permukaan yang Akan Diselesaikan dalam Perancangan .....	6
Gambar 1. 10 SWOT Permukaan.....	7
Gambar 1. 11 Breakdown Isu Mendalam yang Akan Diselesaikan Melalui Perancangan .....	7
Gambar 1. 12 SWOT Mendalam .....	8
Gambar 1. 13 Bagan Konsep Perancangan yang Muncul dari Isu.....	9
Gambar 2. 1 Perbandingan Konsumsi Energi Per Kapita dan Intensitas Penggunaan Energi Indonesia dengan Negara-Negara Lain.....	16
Gambar 2. 2 Penggunaan Sumber Energi di Indonesia 2013.....	17
Gambar 2. 3 Perbandingan Nilai IKE Bangunan-Bangunan di Jepang dan Jakarta .....	18
Gambar 2. 4 Basic Idea of NZEB .....	18
Gambar 2. 5 Building Energy Consumption.....	19
Gambar 2. 6 Klasifikasi Penggunaan Standard pada Konsep .....	21
Gambar 2. 7 Informasi Bangunan Preseden.....	36
Gambar 2. 8 Keseluruhan Konsep Pada Bangunan .....	37
Gambar 2. 9 Summary Concept dan Implementasinya.....	37
Gambar 2. 10 Penerapan Konsep Pada Program Ruang.....	39
Gambar 2. 11 Bubble Diagram Bangunan Eksisting dan Baru Lantai 1 .....	43
Gambar 2. 12 Bubble Diagram Bangunan Eksisting dan Baru Lantai 2 .....	44
Gambar 2. 13 Bubble Diagram Bangunan Eksisting dan Baru Lantai 3 .....	45
Gambar 2. 14 Bubble Diagram Bangunan Eksisting dan Baru Lantai 4 .....	46
Gambar 4, 1 Strategi Net-Zero Pada Bangunan.....	51
Gambar 4, 2 Penerapan Strategi Penurunan Suhu Measurable dan Immeasurable pada Bangunan .....	52

Gambar 4, 3 Massing Process .....	53
Gambar 4, 4 Dampak Penurunan Temperatur pada Masing-Masing Strategi .....	54
Gambar 4, 5 Perbandingan Nilai ASE Pada Bangunan Eksisting Vs Bangunan Baru .....	56
Gambar 4, 6 Perbandingan Visualisasi Nilai WWR Pada Bangunan Eksisting Dengan Bangunan Baru .....	59
Gambar 4, 7 Perbandingan Visualisasi Penggunaan Vertical Shading Pada Bangunan Eksisting Dengan Bangunan Baru .....	60
Gambar 4, 8 Radiasi Matahari yang Diterima Sebelum Diberikan Shading .....	61
Gambar 4, 9 Radiasi Matahari yang Diterima Setelah Diberikan Shading.....	62
Gambar 4, 10 Perbandingan Nilai Solar Radiation Sebelum dan Sesudah Diberikan Shading.....	62
Gambar 4, 11 Atap Salju yang Digunakan Pada Bangunan.....	63
Gambar 4, 12 Studi Kebutuhan Ceiling Fan Pada Berbagai Jenis Ruang Berdasarkan Bentuk dan Luasan .....	66
Gambar 4, 13 Penerapan Evaporative Cooling Pada Bangunan Baru .....	71
Gambar 4, 14 Hasil Simulasi Pergerakan Angin Pada Bangunan Baru Potongan	72
Gambar 4, 15 Perbandingan Visualisasi Pergerakan Angin Pada Bangunan Eksisting dengan Bangunan Baru .....	73
Gambar 4, 16 Perbandingan Visualisasi Stilted Structure Pada Bangunan Eksisting dengan Bangunan Baru .....	73
Gambar 4, 17 Penerapan Vegetation Buffer Pada Bangunan Baru .....	74
Gambar 4, 18 Hasil Simulasi Pergerakan Angin Pada Bangunan Baru Denah Muson Barat.....	75
Gambar 4, 19 Hasil Simulasi Pergerakan Angin Pada Bangunan Baru Denah Muson Timur.....	76
Gambar 4, 20 Perbandingan Massing yang Permeable Antara Bangunan Eksisting dengan Bangunan Baru .....	77
Gambar 4, 21 Visualisasi Penerapan Stack Effect Pada Bangunan Baru .....	78
Gambar 4, 22 ALur Tahapan Penentuan Comfortable Rate dan IKE Pada Bangunan Eksisting dan Bangunan Baru.....	79
Gambar 4, 23 Temperatur Maksimal Pada Bangunan yang Menggunakan Ceiling Fan 0,9 m/s Menurut ASHRAE-55.....	80
Gambar 4, 24 Temperatur Maksimal Pada Bangunan yang Tidak Menggunakan Ceiling Fan Menurut ASHRAE-55.....	80
Gambar 4, 25 Temperatur Maksimal untuk Ruangan yang Menggunakan AC Menurut ASHRAE-55.....	81
Gambar 4, 26 Penentuan Comfortable Rate Berdasarkan Hasil Simulasi Temperatur Pada Bangunan Baru .....	85
Gambar 4, 27 Perhitungan LPD .....	86
Gambar 4, 28 Hasil IKE Bangunan Baru Tanpa AC dan Ceiling Fan.....	88
Gambar 4, 29 Hasil IKE Bangunan Baru Tanpa AC dengan Ceiling Fan.....	88
Gambar 4, 30 Hasil IKE Bangunan Baru Dengan AC dan Ceiling Fan .....	89

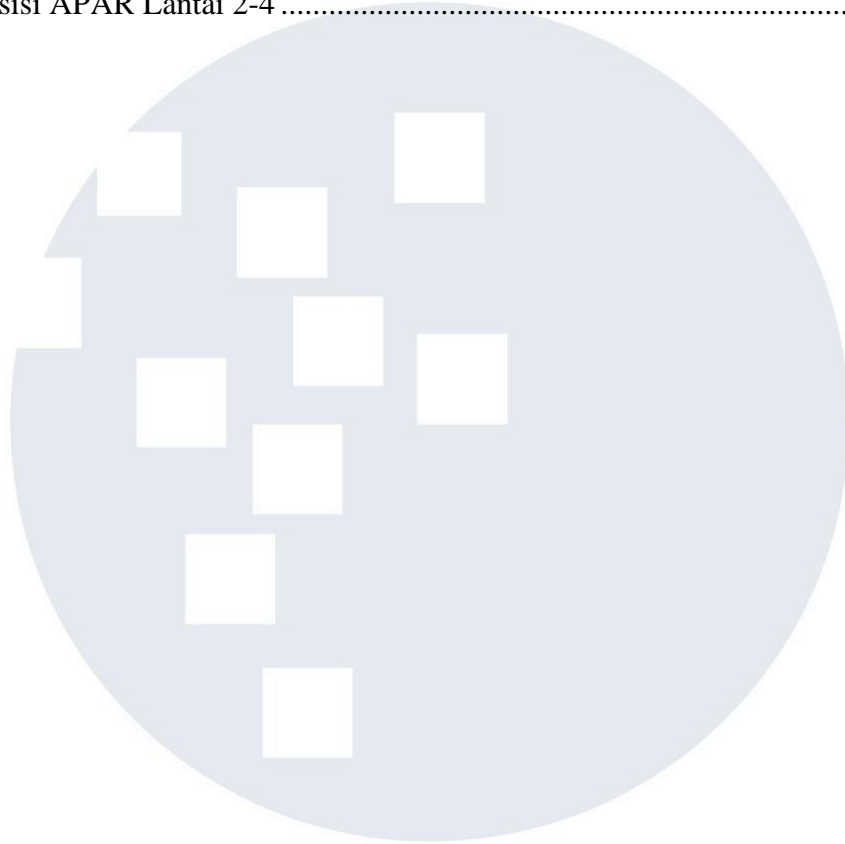


Gambar 4, 31 Penentuan Comfortable Rate Berdasarkan Hasil Simulasi Pada Bangunan Eksisting.....	91
Gambar 4, 32 Hasil IKE Bangunan Eksisting Tanpa AC dan Ceiling Fan.....	93
Gambar 4, 33 Hasil IKE Bangunan Eksisting Tanpa AC dan dengan Ceiling Fan .....	94
Gambar 4, 34 Hasil IKE Bangunan Eksisting dengan AC dan Ceiling Fan .....	94
Gambar 4, 35 Perbandingan Nilai IKE Pada Masing-Masing Jenis Sistem Pendinginan Pada Bangunan Eksisting dengan Bangunan Baru .....	95
Gambar 4, 36 Perbandingan Nilai IKE Sistem Pendinginan Pada Bangunan Baru dengan Bangunan Eksisting Beserta Comfortable Rate.....	95
Gambar 4, 37 Perbandingan Nilai sDA Pada Bangunan Eksisting dengan Bangunan Baru Pada Setiap Lantai.....	97
Gambar 4, 38 Perbandingan Penggunaan Energi Pencahayaan Pada Bangunan Eksisting dengan Bangunan Baru .....	102
Gambar 4, 39 Produk Ceiling dan Wall Mounted Fan.....	104
Gambar 4, 40 Produk Lampu yang Digunakan.....	104
Gambar 4, 41 Gambaran Strategi Energy Generation Pada Bangunan .....	104
Gambar 4, 42 Pemetaan Luasan dan Azimuth Atap pada Bangunan Baru.....	106
Gambar 4, 43 Informasi Rekomendasi Azimuth dan Tilt dari Solarglobalatlas.com .....	108
Gambar 4, 44 Hasil Produksi Tahunan Solar Panel 76,3, kWp Pada Atap dengan Azimuth 30 Derajat .....	109
Gambar 4, 45 Hasil Produksi Tahunan Solar Panel 46,87 kWp Pada Atap dengan Azimuth 210 Derajat .....	110
Gambar 4, 46 Diagram Perhitungan Kebutuhan Luasan BSF Farm Berdasarkan Timbulan Sampah .....	112
Gambar 4, 47 Standar Komposisi Sampah Bangunan Edukasi dan Perhitungannya pada Bangunan Sekolah Penulis .....	114
Gambar 4, 48 Standar Komposisi Sampah Kantor dan Penerapannya pada Bangunan Sekolah Penulis .....	115
Gambar 4, 49 Standar Komposisi Sampah Kantin/Restoran dan Penerapannya pada Bangunan Sekolah Penulis .....	116
Gambar 4, 50 Perhitungan Kebutuhan Luasan BSF Farm untuk Mengolah Timbulan Sampah Organik Sekolah dan Pasar Tradisional.....	117
Gambar 4, 51 Denah BSF Farm Pada Lantai 1 dan 2 .....	118
Gambar 4, 52 Strategi Bangunan Baru untuk Mencapai Zero Run-off .....	122
Gambar 4, 53 Luasan Atap dan Koefisien Run-offnya.....	124
Gambar 4, 54 Gambaran Pergerakan Air Hujan Sampai Pemanfaatannya.....	128
Gambar 4, 55 Trees Summary for CO2 and O2 .....	132
Gambar 4, 56 Perbandingan Emisi CO2 Material Reinforced Concrete, Cross Laminated Timber, dan Timber Concrete Composite.....	133
Gambar 4, 57 Strategi yang Digunakan Pada Bangunan Baru Untuk Meningkatkan Konsentrasi Melalui Perbaikan Circadian Rhythm Siswa/inya ..	134

Gambar 4, 58 Perbandingan Nilai Tercapainya Melanopic Lux Pada Ruangan yang Membutuhkan Konsentrasi Pada Bangunan Eksisting dengan Bangunan Baru.....	135
Gambar 4, 59 Perbandingan Pemosisian Ruangan Pada Bangunan Eksisting dengan Bangunan Baru Untuk Kebutuhan Blue Light (Lantai 1) .....	136
Gambar 4, 60 Perbandingan Pemosisian Ruangan Pada Bangunan Eksisting dengan Bangunan Baru Untuk Kebutuhan Blue Light (Lantai 2) .....	137
Gambar 4, 61 Perbandingan Pemosisian Ruangan Pada Bangunan Eksisting dengan Bangunan Baru Untuk Kebutuhan Blue Light (Lantai 3) .....	138
Gambar 4, 62 Perbandingan Pemosisian Ruangan Pada Bangunan Eksisting dengan Bangunan Baru Untuk Kebutuhan Blue Light (Lantai 4) .....	138
Gambar 4, 63 Perbandingan Jenis Ruang Belajar Pada Bangunan Eksisting dengan Bangunan Baru Beserta Aspek yang Telah Diterapkan Berdasarkan Steelcase.....	141
Gambar 4, 64 Sistem Rainwater harvesting Secara Keseluruhan .....	143
Gambar 4, 65 Pemetaan Area Hijau dan Perkerasan Beserta Perhitungan KDB dan KDH .....	144
Gambar 4, 66 Perhitungan KDH dan KDB Bangunan Eksisting.....	145
Gambar 4, 67 Penempatan Solar Panel dan Posisi Ruang Utilitas Solar Panel .....	146
Gambar 4, 68 Kemiringan Penempatan Posisi Solar Panel di Atap Kiri dan Kanan .....	147
Gambar 4, 69 Informasi Sistem Solar Panel (Inverter, Modul PV, Tilt, Azimuth, dan Total kWp) Atap Kiri (Azimuth 30 Derajat).....	148
Gambar 4, 70 Single Line Diagram Sistem Solar Panel Atap Kiri (Azimuth 30 Derajat).....	148
Gambar 4, 71 Sistem Solar Panel Pada Atap Kiri (Azimuth 30 Derajat) .....	149
Gambar 4, 72 Informasi Sistem Solar Panel (Inverter, Modul PV, Tilt, Azimuth, dan Total kWp) Atap Kanan (Azimuth 210 Derajat).....	150
Gambar 4, 73 Single Line Diagram Sistem Solar Panel Atap Kanan (Azimuth 210 Derajat).....	150
Gambar 4, 74 Sistem Solar Panel Pada Atap Kanan (Azimuth 210 Derajat) .....	151
Gambar 4, 75 Pembahasan Pada Bagian Struktur.....	152
Gambar 4, 76 Informasi General Struktur Secara Keseluruhan.....	153
Gambar 4, 77 Detail Struktur dan Material pada Atap .....	154
Gambar 4, 78 Axonometry Struktur Kolom dan Balok .....	155
Gambar 4, 79 Tipe Jenis Kolom dan Balok Beserta Perhitungan Ukurannya....	155
Gambar 4, 80 Overhang dan Jaraknya .....	156
Gambar 4, 81 Axonometry Pondasi .....	157
Gambar 4, 82 Detail Ukuran Pondasi .....	158
Gambar 4, 83 Material Dinding dan Lantai .....	158
Gambar 4, 84 Summary Penurunan Penggunaan Energi Listrik dan Air Pada Bangunan Baru.....	159

Gambar 4, 85 Block Plan .....	160
Gambar 4, 86 Site Plan.....	160
Gambar 4, 87 Denah Lantai Dasar.....	161
Gambar 4, 88 Denah Lantai 1 Zona Kelas dan Aula .....	162
Gambar 4, 89 Denah Lantai 1 Zona Office, BSF, dan Music School.....	162
Gambar 4, 90 Denah Lantai 2 Zona Kelas dan Aula .....	163
Gambar 4, 91 Denah Lantai 2 Zona Office, BSF, dan Music School.....	163
Gambar 4, 92 Denah Lantai 3 Zona Kelas dan Aula .....	164
Gambar 4, 93 Denah Lantai 3 Zona Office, BSF, dan Music School.....	164
Gambar 4, 94 Denah Lantai 4 Zona Kelas dan Aula .....	165
Gambar 4, 95 Denah Lantai 4 Zona Office, BSF, dan Music School.....	165
Gambar 4, 96 Denah Atap.....	166
Gambar 4, 97 Tampak Depan dan Belakang .....	166
Gambar 4, 98 Tampak Kiri dan Kanan .....	167
Gambar 4, 99 Potongan 1 dan 2.....	167
Gambar 4, 100 Potongan 3 dan 4.....	168
Gambar 4, 101 Potongan Prinsip dan Detail Sumber: Olahan Pribadi, 2024 .....	168
Gambar 4, 102 Exterior 1.....	169
Gambar 4, 103 Exterior 2.....	169
Gambar 4, 104 Interior 1.....	170
Gambar 4, 105 Interior 2.....	170
Gambar 4, 106 Interior 3.....	171
Gambar 4, 107 Interior 4.....	171
Gambar 4, 108 Interior 5.....	172
Gambar 4, 109 Interior 6.....	173
Gambar 4, 110 Interior 7.....	173
Gambar 4, 111 Interior 8.....	174
Gambar 4, 112 Interior 9.....	174
Gambar 4, 113 Interior 10.....	175
Gambar 4, 114 Interior 11.....	175
Gambar 4, 115 Interior 12.....	176
Gambar 4, 116 Interior 13.....	176
Gambar 4, 117 Interior 14.....	177
Gambar 4, 118 Interior 15.....	177
Gambar 4, 119 Interior 16.....	178
Gambar 4, 120 Interior 17.....	178
Gambar 4, 121 Interior 18.....	179
Gambar 4, 122 Interior 19.....	179
Gambar 4, 123 Interior 20.....	180
Gambar 4, 124 Interior 21.....	180
Gambar 4, 125 Jarak Antar Tangga Darurat, Tangga Darurat dengan Ruangan, dan Posisi APAR Lantai 1 .....	182

Gambar 4, 126 Jarak Antar Tangga Darurat, Tangga Darurat dengan Ruangan,  
dan Posisi APAR Lantai 2-4 ..... 182



UMMN

UNIVERSITAS  
MULTIMEDIA  
NUSANTARA

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 5. 1 Hasil Turnitin.....	191
Lampiran 5. 2 Form Asistensi 1 .....	191
Lampiran 5. 3 Form Asistensi 2.....	192
Lampiran 5. 4 Form Asistensi 3.....	192
Lampiran 5. 5 Form Asistensi 4.....	193
Lampiran 5. 6 Form Asistensi 5.....	193
Lampiran 5. 7 Form Asistensi 6.....	194
Lampiran 5. 8 Form Asistensi 7.....	194
Lampiran 5. 9 Form Asistensi 8.....	195
Lampiran 5. 10 Form Asistensi 9.....	195
Lampiran 5. 11 Form Asistensi 10.....	196

UMMN

UNIVERSITAS  
MULTIMEDIA  
NUSANTARA