UNIVERSITAS GADJAH MADA
PENGARUH TATA LINGKUNGAN DAN BANGUNAN TERHADAP KONSUMSI ENERGI PADA BANGUNAN PERKANTORAN , STUDI KASUS : KAWASAN PERKANTORAN PEMKAB BOYOLALI
DIOS SETYA MAHA P, Dr. Ir. Arif Kusumawanto, MT. ; Dr. Ir. Ahmad Sarwadi, M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2017 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

# DAFTAR ISI

**PENGESAHAN** ..... **ii**
**HALAMAN PERNYATAAN** ..... **iii**
**KATA PENGANTAR** ..... **iv**
**DAFTAR ISI** ..... **vi**
**DAFTAR GAMBAR** ..... **viii**
**DAFTAR TABEL** ..... **xi**
**DAFTAR ISTILAH** ..... **xii**
**INTISARI** ..... **xv**
**ABSTRACT** ..... **xvi**
**BAB I PENDAHULUAN** ..... **1**
1.1 LATAR BELAKANG ..... 1
1.2 RUMUSAN MASALAH ..... 5
1.3 TUJUAN PENELITIAN ..... 6
1.4 MANFAAT PENELITIAN ..... 6
1.5 BATASAN DAN LINGKUP PENELITIAN ..... 6
1.6 KEASLIAN DAN STATE OF THE ART ..... 7
**BAB II TINJAUAN PUSTAKA** ..... **10**
2.1. KONDISI KABUPATEN BOYOLALI, JAWA TENGAH ..... 10
2.2. TINJAUAN IKLIM TROPIS LEMBAB ..... 11
2.3. LINGKUNGAN DAN IKLIM MIKRO ..... 11
2.3.1. HUBUNGAN IKLIM MIKRO DENGAN LINGKUNGAN ..... 11
2.3.2. ELEMEN LINGKUNGAN ..... 13
2.3.3. TATA LINGKUNGAN HIJAU ..... 14
2.3.4. STRATEGI DESAIN LINGKUNGAN EKOLOGIS ..... 17
2.4. ENERGI ..... 19
2.4.1. KONSERVASI ENERGI ..... 22
2.4.2. PENGARUH ENERGI BANGUNAN ..... 23
2.5. ENERGI DALAM BANGUNAN KANTOR ..... 26
2.6. KERANGKA ALUR PENELITIAN ..... 28
**BAB III METODOLOGI PENELITIAN** ..... **29**
3.1 METODE YANG DIGUNAKAN ..... 29
3.2 LOKASI PENELITIAN ..... 30

UNIVERSITAS GADJAH MADA
**PENGARUH TATA LINGKUNGAN DAN BANGUNAN TERHADAP KONSUMSI ENERGI PADA BANGUNAN PERKANTORAN , STUDI KASUS : KAWASAN PERKANTORAN PEMKAB BOYOLALI**
DIOS SETYA MAHA P, Dr. Ir. Arif Kusumawanto, MT. ; Dr. Ir. Ahmad Sarwadi, M.Eng.
**Universitas Gadjah Mada, 2017 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/**

3.3 METODE PENGUMPULAN DATA ..... 31
3.4 WAKTU PENELITIAN ..... 31
3.5 VARIABEL PENELITIAN ..... 31
3.6 TAHAPAN DAN ALUR PENELITIAN ..... 33
3.6.1. TAHAPAN ..... 33
3.6.2. ALUR ..... 34
3.6.3. INSTRUMEN PENELITIAN ..... 36
3.7 SIMULASI ..... 36
3.7.1. *INPUT* DASAR ..... 38
3.7.2. *INPUT* MATERIAL DAN ANALITIKNYA ..... 38
3.7.3. SIMULASI DAN STANDAR SIMULASI ..... 40
3.7.4. HASIL (*OUTPUT*) ..... 41
3.7.5. CONTOH SIMULASI ..... 43
3.8 KOMPONEN SIMULASI LANSEKAP HIJAU ..... 45
3.8.1. BENTUK POHON ..... 45
3.8.2. BENTUK ELEMEN LANSKAP ..... 47
**BAB IV PEMBAHASAN LOKASI DAN PEMODELAN ..... 48**
4.1. KONDISI LOKASI UMUM ..... 48
4.2. KONDISI TATANAN LINGKUNGAN LAPANGAN ..... 52
4.3. PEMODELAN ..... 56
**BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN ..... 62**
5.1. HASIL DATA KLIMATOLOGI ..... 62
5.2. HASIL SIMULASI KONDISI LAPANGAN ..... 63
5.3. ANALISIS KOMPARATIF AWAL BERDASARKAN KEBUTUHAN ENERGI ..... 76
5.4. STUDI MATAHARI TATA BANGUNAN BERDASAR EFISIENSI ENERGI ..... 83
5.5. KAJIAN BERDASARKAN EFISIENSI ENERGI DAN STUDI MATAHARI ..... 89
5.6. KRITERIA HASIL SIMULASI PADA BANGUNAN EFISIEN ..... 91
5.7. HASIL PERCOBAAN SIMULASI REKAYASA ELEMEN LINGKUNGAN ..... 92
**BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN ..... 97**
6.1. KESIMPULAN ..... 97
6.2. SARAN ..... 98
**DAFTAR PUSTAKA ..... 99**

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**PENGARUH TATA LINGKUNGAN DAN BANGUNAN TERHADAP KONSUMSI ENERGI PADA BANGUNAN PERKANTORAN , STUDI KASUS : KAWASAN PERKANTORAN PEMKAB BOYOLALI**
DIOS SETYA MAHA P, Dr. Ir. Arif Kusumawanto, MT. ; Dr. Ir. Ahmad Sarwadi, M.Eng.
**Universitas Gadjah Mada, 2017 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/**

# DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Kebutuhan Listrik Berbagai Sektor ..... 2
Gambar 1.2 Peta Kabupaten Boyolali ..... 3
Gambar 1.3 Peta Kawasan Pemkab Boyolali ..... 4
Gambar 1.4. Diagram Peran Tata Lingkungan dan Bangunan pada Konsumsi Energi 5

Gambar 2.1 Grafik Temperatur Cuaca Kab. Boyolali ..... 10
Gambar 2.2 Bagan Hubungan Berkelanjutan ..... 14
Gambar 2.3 Karakteristik Jenis Vegetasi ..... 16
Gambar 2.4 Karakteristik Tinggi Vegetasi ..... 16
Gambar 2.5 Bentuk Pohon ..... 17
Gambar 2.6 Hubungan Lingkungan Ruang Luar dengan Bangunan ..... 18
Gambar 2.7 Konsep kinerja bangunan ..... 20
Gambar 2.8 Pendekatan Tiga Tingkatan ..... 21
Gambar 2.9 Pepohonan Tanpa Daun mengurangi 30-60% Matahari ..... 25
Gambar 2.10 Diagram Konsumsi energi ..... 26
Gambar 2.11 Alur Kerangka Penelitian ..... 28

Gambar 3.1 Diagram Alur Kerja ..... 29
Gambar 3.2 Denah Kawasan Boyolali ..... 30
Gambar 3.3 Visualisasi variabel ..... 32
Gambar 3.4 Visualisasi alur ..... 35
Gambar 3.5 Visualisasi contoh kondisi eksisting ..... 35
Gambar 3.6 Visualisasi contoh kondisi rekayasa ..... 35
Gambar 3.7 Tampilan Software Green Building Studio ..... 37
Gambar 3.8 Diagram posisi objek penelitian ..... 38
Gambar 3.9 Kondisi Awal ..... 43
Gambar 3.10 Kondisi Rekayasa ..... 44

Gambar 4.1 Denah Penelitian Zona 1 ..... 48
Gambar 4.2 Denah Penelitian Zona 2 ..... 49

PENGARUH TATA LINGKUNGAN DAN BANGUNAN TERHADAP KONSUMSI ENERGI PADA BANGUNAN PERKANTORAN , STUDI
KASUS : KAWASAN PERKANTORAN PEMKAB BOYOLALI
DIOS SETYA MAHA P, Dr. Ir. Arif Kusumawanto, MT. ; Dr. Ir. Ahmad Sarwadi, M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2017 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 4.3 Kondisi Lingkungan Zona 1 ..... 50
Gambar 4.4 Kondisi Lingkungan Zona 2 ..... 51
Gambar 4.5 Denah Hasil Amatan Vegetasi Zona 1 ..... 52
Gambar 4.6 Denah Hasil Amatan Vegetasi Zona 2 A ..... 53
Gambar 4.7 Denah Hasil Amatan Vegetasi Zona 2 B ..... 53
Gambar 4.8 Hasil Amatan Vegetasi dan Klasifikasi ..... 55
Gambar 4.9 Model Bangunan Tunggal Tipikal ..... 56
Gambar 4.10 Pemodelan Zona 2 ..... 56
Gambar 4.11 Pemodelan Zona 1 ..... 57

Gambar 5.1 Temperatur Bulanan ..... 62
Gambar 5.2 Kelembaban Bulanan ..... 62
Gambar 5.3 Bunga Angin Kabupaten Boyolali ..... 63
Gambar 5.4 Pemodelan BAPPEDA ..... 64
Gambar 5.5 Grafik MEC BAPPEDA ..... 65
Gambar 5.6 Pemodelan BPMP2T ..... 65
Gambar 5.7 Grafik MEC BPMP2T ..... 66
Gambar 5.8 Pemodelan BKD ..... 66
Gambar 5.9 Grafik MEC BKD ..... 67
Gambar 5.10 Pemodelan INSPEKTORAT ..... 67
Gambar 5.11 Grafik MEC INSPEKTORAT ..... 68
Gambar 5.12 Pemodelan DISPERTANBUNHUT ..... 69
Gambar 5.13 Grafik MEC DISPERTANBUNHUT ..... 69
Gambar 5.14 Pemodelan DISNAKAN ..... 70
Gambar 5.15 Grafik MEC DISNAKAN ..... 70
Gambar 5.16 Pemodelan BAPERMASDES ..... 71
Gambar 5.17 Grafik MEC BAPERMASDES ..... 72
Gambar 5.18 Pemodelan DIPERINDAG ..... 72
Gambar 5.19 Grafik MEC DIPERINDAG ..... 73
Gambar 5.20 Pemodelan BLH ..... 73
Gambar 5.21 Grafik MEC BLH ..... 74
Gambar 5.22 Pemodelan DISKOP DAN UMKM ..... 75

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**PENGARUH TATA LINGKUNGAN DAN BANGUNAN TERHADAP KONSUMSI ENERGI PADA BANGUNAN PERKANTORAN , STUDI KASUS : KAWASAN PERKANTORAN PEMKAB BOYOLALI**
DIOS SETYA MAHA P, Dr. Ir. Arif Kusumawanto, MT. ; Dr. Ir. Ahmad Sarwadi, M.Eng.
**Universitas Gadjah Mada, 2017 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/**

Gambar 5.23 Grafik MEC DISKOP DAN UMKM ..... 75
Gambar 5.24 Pemodelan BKPP ..... 76
Gambar 5.25 Grafik MEC BKPP ..... 76
Gambar 5.26 Grafik Energi Listrik Tahunan ..... 78
Gambar 5.27 Grafik Konsumsi Energi HVAC & Pencahayaan ..... 78
Gambar 5.28 Grafik Siklus Hidup Listrik ..... 79
Gambar 5.29 Grafik Daya Simulasi dan Lapangan ..... 82
Gambar 5.30 Grafik Total Rata-rata Pembayangan ..... 88
Gambar 5.31 Bagan Tahapan Hasil Simulasi ..... 91
Gambar 5.32 Pemodelan DIPERINDAG versi rekayasa (VR) ..... 94
Gambar 5.33 Pemodelan BPMP2T versi rekayasa (VR) ..... 95
Gambar 5.34 Grafik Penggunaan Listrik Utama Hasil Rekayasa DIPERINDAG .... 95
Gambar 5.35 Grafik Penggunaan Listrik Utama Hasil Rekayasa BMP2T ..... 96

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**PENGARUH TATA LINGKUNGAN DAN BANGUNAN TERHADAP KONSUMSI ENERGI PADA BANGUNAN PERKANTORAN , STUDI KASUS : KAWASAN PERKANTORAN PEMKAB BOYOLALI**
DIOS SETYA MAHA P, Dr. Ir. Arif Kusumawanto, MT. ; Dr. Ir. Ahmad Sarwadi, M.Eng.
**Universitas Gadjah Mada, 2017 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/**

# DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Standar Instensitas Konsumsi Energi ..... 24
Tabel 3.1 Penjelasan Eksperimental dan Analisa ..... 29
Tabel 3.2 Input Lapisan Material ..... 39
Tabel 3.3 Input Analitik Material ..... 39
Tabel 3.4 Informasi Umum ..... 40
Tabel 3.5 Bentuk Pohon ..... 45
Tabel 3.6 Elemen Lanskap ..... 47
Tabel 4.1 Karakteristik Tatanan Lingkungan Vegetasi ..... 54
Tabel 4.2 Input Lapisan Material Alas / Lantai ..... 57
Tabel 4.3 Input Analitik Material Keramik ..... 57
Tabel 4.4 Input Analitik Material Lantai Kerja Semen ..... 58
Tabel 4.5 Input Analitik Material Pasir ..... 58
Tabel 4.6 Input Lapisan Material Dinding ..... 58
Tabel 4.7 Input Analitik Material Bata ..... 59
Tabel 4.8 Input Analitik Material Beton Sitecast ..... 59
Tabel 4.9 Properti Analitik Material Jendela ..... 59
Tabel 4.10 Properti Analitik Material Pintu Kupu ..... 59
Tabel 4.11 Input Lapisan Material ..... 60
Tabel 4.12 Input Analitik Material Metal Stud Layer ..... 60
Tabel 4.13 Input Analitik Material Gypsum Board ..... 60
Tabel 4.14 Input Lapisan Material ..... 61
Tabel 4.15 Input Analitik Material Atap Keramik ..... 61
Tabel 4.16 Input Analitik Material Struktur Atap Besi ..... 61
Tabel 5.1 Hasil Simulasi Kondisi Awal (Lapangan) ..... 77
Tabel 5.2 Standar Intensitas Konsumsi Energi ..... 80
Tabel 5.3 Daya Energi Listrik di Lapangan ..... 81
Tabel 5.4 Analisis Studi Matahari ..... 84
Tabel 5.5 Kajian Energi dan Studi Matahari ..... 89

UNIVERSITAS GADJAH MADA
PENGARUH TATA LINGKUNGAN DAN BANGUNAN TERHADAP KONSUMSI ENERGI PADA BANGUNAN PERKANTORAN , STUDI KASUS : KAWASAN PERKANTORAN PEMKAB BOYOLALI
DIOS SETYA MAHA P, Dr. Ir. Arif Kusumawanto, MT. ; Dr. Ir. Ahmad Sarwadi, M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2017 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

# DAFTAR ISTILAH

| | | |
|---|---|---|
| ***Urban Heat Island*** | Fenomena dimana suhu permukaan dan suhu udara di daerah kota lebih panas dibandingkan dengan suhu udara di daerah disekitarnya. | **1** |
| ***Green Building Council* Indonesia** | Sebuah lembaga mandiri (non-government) dan nirlaba (non-for profit) yang berkomitmen penuh terhadap pendidikan masyarakat dalam mengaplikasikan praktik-praktik terbaik lingkungan dan memfasilitasi transformasi industri bangunan global yang berkelanjutan. (gbcindonesia.org, 2016) | **2** |
| ***Smart City*** | Konsep kota cerdas yang dirancang guna membantu berbagai hal kegiatan masyarakat dengan efisien, serta memberikan kemudahan mengakses informasi kepada masyarakat, hingga untuk mengantisipasi kejadian yang tak terduga sebelumnya. (Smartcity.wg.ugm.ac.id, 2016) | **3** |
| **SKPD** | Singkatan dari satuan perangkat kerja daerah yaitu pegawai dalam lingkup pemerintahan di Boyolali | **3** |
| **GAP** | Merupakan sebuah celah dalam permasalahan | **6** |
| **ASHRAE** | Singkatan dari *American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers* yaitu organisasi internasional yang dioperasikan untuk tujuan eksklusif yang memajukan ilmu dari HVAC dan faktor-faktor manusia yang berkaitan untuk kepentingan umum serta menghasilkan standar metode pengujian, menentukan persyaratan desain, dan merekomendasikan standar praktek. | **7** |
| **OTTV** | *Overall Thermal Transfer Value* adalah formula yang dapat memperhitungkan nilai perpindahan panas dari luar ke dalam gedung. | **9** |
| **WWR** | Singkatan dari *Wall Window Ratio* yaitu rasio antara dinding dengan bukaan. | **9** |
| **HVAC** | Singkatan dari "*heating, ventilation, dan air-conditioning*" yaitu sistem tata udara (suhu dan kelembaban) bertujuan untuk mendapatkan kondisi lingkungan yang di inginkan. | **9** |
| ***Outline Silhoutte*** | Merupakan garis luar dari bentuk sebuah objek siluet (terlihat terbayang dan berkesan 2 dimensi) | **17** |
| ***Passive Cooling*** | Pemanfaatan aspek lingkungan dan bangunan untuk mendapatkan efek pendinginan secara alami. | **18** |
| ***Overhang*** | Perangkat peneduh (*shading*), semisal serambi, tritisan | **18** |
| ***Ground Surface Material*** | Material penutup permukaan tanah | **19** |
| ***Ground Vegetation*** | Permukaan tanah atau alas yang tertutup oleh penghijauan, misal rumput. | **19** |

PENGARUH TATA LINGKUNGAN DAN BANGUNAN TERHADAP KONSUMSI ENERGI PADA BANGUNAN PERKANTORAN , STUDI
KASUS : KAWASAN PERKANTORAN PEMKAB BOYOLALI
DIOS SETYA MAHA P, Dr. Ir. Arif Kusumawanto, MT. ; Dr. Ir. Ahmad Sarwadi, M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2017 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

| | | |
|---|---|---|
| ***Guideline*** | Pedoman atau pemandu untuk mencapai suatu tujuan | **33** |
| ***Envirometer*** | Sebuah alat ukur lingkungan yang biasanya mencangkup pengukuran kecepatan angin, intensitas cahaya, kebisingan, serta kelembaban. | **36** |
| **PV** | Singkatan dari *Photovoltaic* yaitu nama lain dari panel surya yang berfungsi untuk menangkap energi matahari menjadi energi listrik. | **41** |
| **BAPPEDA** | Singkatan dari Badan Perencanaan Pembangunan Daerah yaitu salah satu departemen kantor yang berada pada kawasan perkantoran Pemerintah Kabupaten Boyolali. | **49** |
| **BPMP2T** | Singkatan dari Badan Penanaman Modal dan Pelayanan Perijinan Terpadu yaitu salah satu departemen kantor yang berada pada kawasan perkantoran Pemerintah Kabupaten Boyolali. | **49** |
| **INSPEKTORAT** | Merupakan salah satu departemen kantor yang berada pada kawasan perkantoran Pemerintah Kabupaten Boyolali. | **49** |
| **BKD** | Singkatan dari Badan Kepegawaian Daerah yaitu salah satu departemen kantor yang berada pada kawasan perkantoran Pemerintah Kabupaten Boyolali. | **49** |
| **BKPP** | Singkatan dari Badan Kepegawaian Pendidikan dan Pelatihan yaitu salah satu departemen kantor yang berada pada kawasan perkantoran Pemerintah Kabupaten Boyolali. | **49** |
| **DISPERTANBUNHUT** | Singkatan dari Dinas Pertanian Kehutanan dan Perkebunan yaitu salah satu departemen kantor yang berada pada kawasan perkantoran Pemerintah Kabupaten Boyolali. | **49** |
| **DISNAKAN** | Singkatan dari Dinas Peternakan dan Perikanan yaitu salah satu departemen kantor yang berada pada kawasan perkantoran Pemerintah Kabupaten Boyolali. | **49** |
| **BAPERMASDES** | Singkatan dari Badan Pemberdayaan Masyarakat Desa yaitu salah satu departemen kantor yang berada pada kawasan perkantoran Pemerintah Kabupaten Boyolali. | **49** |
| **DIPERINDAG** | Singkatan dari Dinas Perindustrian dan Perdagangan yaitu salah satu departemen kantor yang berada pada kawasan perkantoran Pemerintah Kabupaten Boyolali. | **49** |
| **BLH** | Singkatan dari Badan Lingkungan Hidup yaitu salah satu departemen kantor yang berada pada kawasan perkantoran Pemerintah Kabupaten Boyolali. | **49** |
| **DISKOP DAN UMKM** | Singkatan dari Dinas Koperasi dan Usaha Mikro Kecil Menengah yaitu salah satu departemen kantor | **49** |

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**PENGARUH TATA LINGKUNGAN DAN BANGUNAN TERHADAP KONSUMSI ENERGI PADA BANGUNAN PERKANTORAN , STUDI KASUS : KAWASAN PERKANTORAN PEMKAB BOYOLALI**
DIOS SETYA MAHA P, Dr. Ir. Arif Kusumawanto, MT. ; Dr. Ir. Ahmad Sarwadi, M.Eng.
**Universitas Gadjah Mada, 2017 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/**

| | | |
|---|---|---|
| | yang berada pada kawasan perkantoran Pemerintah Kabupaten Boyolali. | |
| ***Performance*** | Dalam arti berbahasa Indonesia adalah kinerja | **62** |
| ***Dropoff*** | Merupakan ruang atau zona untuk pemberhentian kendaraan sementara untuk menurunkan penumpang. | **80** |
| ***Solar Direct*** | Disebut juga matahari langsung yang merupakan cahaya matahari langsung mengenai permukaan. | **92** |