

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Isu Global Mengenai <i>Green Building</i>	3
1.2 Konsep Bangunan Hijau Berkelanjutan	5
1.3 Perkembangan Kebijakan <i>Green Building</i> di Indonesia	7
1.4 Peraturan Perundangan tentang Bangunan Hijau	8
1.5 Sistem Penilaian (<i>Rating System</i>) Bangunan Hijau	14
BAB II PRINSIP DAN PARAMETER UKUR GREEN.....	19
2.1 Prinsip-Prinsip Bangunan Hijau.....	20
2.2 Parameter Ukur <i>Green</i>	24
Daftar Pustaka	46
BAB III PARAMETER, METODE, DAN ALAT UKUR.....	49
3.1 Pencahayaan.....	50
3.2 Energi.....	65
3.3 <i>Indoor Air Quality</i>	71
3.4 Akustik.....	77
Daftar Pustaka	84
BAB IV PENERAPAN TEKNOLOGI CERDAS PADA BANGUNAN	87
4.1 Sistem Sensor dan Otomatisasi	90
4.2 Teknologi Kontrol Jarak Jauh.....	108
Daftar Pustaka	109

BAB V	IMPLEMENTASI KONSEP BANGUNAN HIJAU DI KAWASAN KAMPUS	111
5.1	Beberapa Contoh Implementasi Konsep Bangunan Hijau	113
5.2	Implementasi Konsep <i>Blue Campus</i> Universitas Gadjah Mada	116
	Daftar Pustaka	116
BAB VI	STUDI KASUS DI UGM	119
6.1	Gedung Pusat UGM.....	120
6.2	Perpustakaan Pusat UGM.....	125
6.3	Asrama Kinanthi 1, 2, Dan 3.....	153
6.4	Fakultas Teknik.....	202
6.5	Smart And Green Learning Center	208
6.6	Gedung Olahraga	220
6.7	<i>Building Environment Monitoring System</i> (BEMS)	231
	Daftar Pustaka	259
BAB VII	INSGREEB.....	261
7.1	Dasar Hukum Pendirian	262
7.2	Visi dan Misi Insgreeb	262
7.3	Struktur Organisasi Lembaga Periset.....	262
7.4	Topik Riset.....	264
TENTANG PENULIS	267

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Indikator <i>green building</i> beberapa negara.....	17
Tabel 2.1	Studi kelayakan GREENSHIP ruang interior.....	26
Tabel 2.2	Studi kelayakan GREENSHIP kawasan.....	28
Tabel 2.3	Ringkasan Kriteria GREENSHIP NB.....	30
Tabel 2.4	Ringkasan Kriteria GREENSHIP EB.....	33
Tabel 2.5	Ringkasan Kriteria GREENSHIP IS.....	35
Tabel 2.6	Ringkasan Kriteria GREENSHIP NH.....	38
Tabel 2.7	Kategori dan Kriteria GREENSHIP.....	42
Tabel 3.1	Istilah dasar pencahayaan.....	51
Tabel 3.2	Istilah dasar pencahayaan buatan.....	52
Tabel 3.3	Tingkat pencahayaan minimal.....	55
Tabel 3.4	Spesifikasi luxmeter Extech 401025.....	62
Tabel 3.5	<i>Range specification luxmeter</i>	62
Tabel 3.6	IKE bangunan gedung ber-AC.....	68
Tabel 3.7	IKE bangunan gedung tidak ber-AC.....	68
Tabel 3.8	Baku mutu kualitas udara dalam ruangan.....	73
Tabel 3.9	Tingkat bunyi untuk berbagai jenis hunian.....	80
Tabel 3.10	Spesifikasi SLM Extech 407730.....	83
Tabel 6.1	Spesifikasi kaca.....	123
Tabel 6.2	Hasil identifikasi GREENSHIP EB.....	130
Tabel 6.3	Hasil identifikasi Green Mark BCA.....	140
Tabel 6.4	Penilaian Asrama Kinanthi 1 dengan GREENSHIP NB-DR.....	156
Tabel 6.5	Rekomendasi peningkatan level <i>green</i> pada Asrama Kinanthi 1.....	170
Tabel 6.6	Rincian perolehan poin tolak ukur GREENSHIP Asrama Kinanthi 2 dan 3.....	173
Tabel 6.7	Rekomendasi peningkatan poin untuk Asrama Kinanthi 2 dan 3.....	195
Tabel 6.8	Pencahayaan skenario A.....	197
Tabel 6.9	Pencahayaan skenario B.....	198
Tabel 6.10	Persentase konsumsi energi listrik KPFT.....	203

Tabel 6.11	IKE KPFT	204
Tabel 6.12	IKE Perpustakaan Teknik.....	204
Tabel 6.13	Persentase konsumsi energi Perpustakaan Teknik.....	204
Tabel 6.14	Persentase konsumsi energi DTNTF.....	207
Tabel 6.15	IKE DTNTF	207
Tabel 6.16	Perbandingan nilai iluminasi KPFT lantai 2.....	208
Tabel 6.17	Spesifikasi SD800 CO ₂ /Temperature/Humidity Datalogger	238
Tabel 6.18	Koneksi pin WiDo-Open Source IoT Node dan DT-sense temperature and humidity censor (SHT10)	239
Tabel 6.19	Hasil pengambilan data suhu.....	242
Tabel 6.20	Spesifikasi Extech 401025 Digital Light Meter.....	244
Tabel 6.21	Tabel koneksi pin WiDo-Open Source IoT Node dan DT- sense light censor (TEMT6000)	244
Tabel 6.22	Koneksi pin WiDo-Open Source IoT Node dan DT-sense gas censor (MG-811)	247
Tabel 6.23	Koneksi pin WiDo-Open Source IoT Node dan optical dust censor GP2Y1010F4	249
Tabel 6.24	Hasil pengambilan data tegangan dan densitas partikel debu	251
Tabel 6.25	Spesifikasi Extech 407730.....	253
Tabel 6.26	Koneksi pin WiDo-Open Source IoT Node dan microphone sensor module	253
Tabel 6.27	Hasil pengambilan data tingkat kebisingan	254

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Komposisi penggunaan energi menurut sektor kegiatan	4
Gambar 1.2	<i>Triple-bottom-line</i> konsep berkelanjutan bangunan	5
Gambar 1.4	LEED	15
Gambar 1.3	BREEAM	15
Gambar 1.5	CASBEE	16
Gambar 1.6	BCA Green Mark	16
Gambar 2.1	Ilustrasi kemudahan akses transportasi	20
Gambar 2.2	Contoh <i>sub-metering</i> untuk masing-masing beban	21
Gambar 2.3	Contoh logo material ramah lingkungan	23
Gambar 2.4	Skala <i>green</i>	28
Gambar 3.1	Spektrum cahaya	51
Gambar 3.2	Macam-macam sistem pencahayaan	53
Gambar 3.3	Luxmeter	58
Gambar 3.4	Penentuan titik pengukuran untuk luas ruangan <10 m ²	59
Gambar 3.5	Penentuan titik pengukuran untuk luas ruangan 10–100 m ²	60
Gambar 3.6	Penentuan titik pengukuran untuk luas ruangan >100 m ²	60
Gambar 3.7	Digital Light Meter Extech 401025	61
Gambar 3.8	Spektrum frekuensi luxmeter Extech 401025	61
Gambar 3.9	Contoh tampilan DIALux	64
Gambar 3.10	Contoh tampilan utama Ecotect	65
Gambar 3.11	Contoh <i>electronic energy meter</i>	70
Gambar 3.12	Bagian dalam <i>electronic energy meter</i>	70
Gambar 3.13	EnergyPlus	71
Gambar 3.14	<i>Indoor air quality</i> meter Extech EA80	74

Gambar 3.15	<i>AC Adaptor plug</i> dan <i>LCD display</i>	75
Gambar 3.16	Spesifikasi umum Extech EA80	76
Gambar 3.17	Spesifikasi CO ₂ , temperatur, dan <i>humidity</i> Extech EA80	76
Gambar 3.18	Kurva kriteria NC	78
Gambar 3.19	<i>Digital sound level meter</i> 407730	82
Gambar 3.20	CATT-Acoustics	83
Gambar 3.21	Contoh pola persebaran SPL pada CATT	84
Gambar 4.1	Piramida bangunan pintar	90
Gambar 4.3	Contoh sensor okupansi	94
Gambar 4.2	Pola cakupan PIR, ultrasonic, dan hybrid	94
Gambar 4.5	Contoh <i>dimmer</i>	96
Gambar 4.4	Sistem kontrol pencahayaan secara umum	96
Gambar 4.6	<i>Ballast</i>	97
Gambar 4.7	<i>Air-handling unit</i> (AHU).....	99
Gambar 4.8	Rangkaian kontrol pompa air otomatis	101
Gambar 4.9	Prinsip sistem <i>solar tracking</i> dengan <i>single-axis</i>	102
Gambar 4.10	Pemasangan kontrol akses pada pintu.....	103
Gambar 4.11	Sistem kontrol akses	104
Gambar 4.12	<i>Video server</i>	106
Gambar 4.13	Sistem <i>video surveillance digital</i>	107
Gambar 5.1	Salah satu gedung di Universitas Colorado.....	114
Gambar 5.2	<i>Flyer UI green campus</i>	115
Gambar 6.1	Gedung Pusat UGM	121
Gambar 6.2	Diagram beban termal Gedung Pusat UGM	122
Gambar 6.3	Gedung terbangun Perpustakaan UGM	126
Gambar 6.4	Pengembangan lanjutan Perpustakaan UGM	127
Gambar 6.5	Tampak depan Perpustakaan Pusat UGM L1	128
Gambar 6.7	Tampak utara desain Perpustakaan Pusat UGM L4 .	150
Gambar 6.8	Persentase konsumsi energi gedung Perpustakaan Pusat UGM L3.....	151
Gambar 6.9	Kaca <i>electrochromic</i>	152
Gambar 6.10	Persentase konsumsi energi gedung Perpustakaan Pusat UGM L4.....	153
Gambar 6.11	Kondisi Asrama Kinanthi 1 tahun 2014.....	155

Gambar 6.12	Asrama Kinanthi 2 dan 3	172
Gambar 6.13	Simulasi DIALux skenario A; (a) Simulasi DIALux pencahayaan alami (b) Simulasi DIALux pencahayaan buatan	198
Gambar 6.14	Simulasi DIALux pencahayaan alami skenario B; (a) Ketinggian 1,3 m, (b) Ketinggian 1,45 m, (c) Ketinggian 1,6 m	199
Gambar 6.15	Simulasi DIALux pencahayaan buatan skenario B....	199
Gambar 6.16	<i>Layout</i> gedung Asrama Kinanthi 1; (a) Denah gedung Asrama Kinanthi 1, (b) Tampak depan gedung Asrama Kinanthi 1, (c) Tampak atas gedung Asrama Kinanthi 1 (Muslih, 2014)	200
Gambar 6.17	Grafik pemakaian energi listrik Gedung KPFT UGM tahun 2014.....	203
Gambar 6.19	IKE DTETI.....	205
Gambar 6.18	Konsumsi energi DTETI	205
Gambar 6.20	Intensitas konsumsi energi DTMI.....	206
Gambar 6.21	Distribusi penggunaan energi per bulan.....	206
Gambar 6.22	Perolehan nilai SGLC	209
Gambar 6.23	Area vegetasi gedung SGLC	210
Gambar 6.24	Fasilitas umum di sekitar gedung SGLC	211
Gambar 6.25	Desain plaza gedung SGLC UGM	212
Gambar 6.26	Jalur pedestrian di wilayah Fakultas Teknik	212
Gambar 6.27	Fungsi tanaman sebagai peneduh dan penyerap kebisingan	213
Gambar 6.28	Parkir sepeda di area KPFT.....	213
Gambar 6.29	Area <i>paving grassblock</i> di sekitar gedung SGLC	214
Gambar 6.30	Lokasi penempatan sumur peresapan air hujan (warna biru)	215
Gambar 6.31	<i>Skylight</i> pada gedung SGLC.....	216
Gambar 6.33	Rencana lokasi Gedung Olahraga Universitas Gadjah Mada	221
Gambar 6.34	Denah lantai dasar Gedung Olahraga Universitas Gadjah Mada	221

Gambar 6.35	Denah lantai tribun Gedung Olahraga Universitas Gajah Mada	222
Gambar 6.36	Perspektif Gedung Olahraga Universitas Gajah Mada	222
Gambar 6.37	Perspektif Gedung Olahraga Universitas Gajah Mada dari berbagai sisi	223
Gambar 6.38	Tahap pembangunan Gedung Olahraga Universitas Gajah Mada	223
Gambar 6.39	Perbandingan desain dan kondisi terkini GOR UGM.....	224
Gambar 6.40	Ilustrasi <i>rainwater harvesting</i>	224
Gambar 6.41	Komponen <i>rainwater harvesting</i>	225
Gambar 6.42	Desain potongan atap.....	226
Gambar 6.43	Diagram skematik air bersih.....	228
Gambar 6.44	Estimasi konsumsi daya pada semua ruangan	230
Gambar 6.45	Estimasi konsumsi daya pada ruangan ber-AC	230
Gambar 6.46	Estimasi konsumsi daya pada ruangan tanpa AC.....	230
Gambar 6.47	Sistem dan subsistem <i>building environment monitoring system</i> (BEMS).....	231
Gambar 6.48	Skema sistem sensor	233
Gambar 6.49	WiDo-Open Source IoT Node.....	233
Gambar 6.50	DT- <i>sense temperature and humidity</i> <i>sensor</i>	234
Gambar 6.51	DT- <i>sense light</i> <i>sensor</i> dan rangkaian DT- <i>sense light</i> <i>sensor</i> (Innovative Electronics, 2012).....	235
Gambar 6.52	DT- <i>Sense Gas</i> <i>Censor</i> dengan sensor gas MG-811	236
Gambar 6.53	Bentuk fisik dan karakteristik <i>optical dust</i> <i>sensor</i>	236
Gambar 6.54	<i>Microphone</i> <i>sensor</i> <i>module</i>	237
Gambar 6.55	Konfigurasi DS1307	237
Gambar 6.56	Extech SD800 CO ₂ /Temperature/Humidity Datalogger	238
Gambar 6.57	Rangkaian sensor suhu dan kelembapan.....	239
Gambar 6.59	Grafik kalibrasi suhu	243
Gambar 6.60	Extech 401025 Digital Light Meter.....	243
Gambar 6.61	Rangkaian sensor cahaya	244
Gambar 6.63	Rangkaian sensor karbon dioksida.....	247

Gambar 6.64	Rangkaian sensor partikel debu	248
Gambar 6.65	Grafik hubungan tegangan keluaran Sharp GP2Y1010F46 <i>optical dust sensor</i> terhadap perubahan densitas partikel debu.....	252
Gambar 6.66	Bentuk fisik Extech 407730	252
Gambar 6.67	Rangkaian sensor suara	253
Gambar 6.68	Grafik hubungan nilai tegangan keluaran KY-038 terhadap perubahan tingkat kebisingan yang terukur oleh Exech 407730.....	255
Gambar 6.69	Rangkaian sistem sensor lengkap.....	256
Gambar 6.70	<i>Hardware</i> sistem sensor lengkap.....	256
Gambar 6.71	Posisi sistem sensor di Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika	257
Gambar 6.72	Tampilan pada serial monitor Arduino IDE pada pengujian sistem sensor lengkap.....	258