

BAB IV

ANALISIS DATA

4.1 Analisis Intensitas Konsumsi Energi

Perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) dibutuhkan data penunjang guna menentukan berapa besar energi yang dikonsumsi per tahun. Data yang diperoleh, sebagaimana diketahui:

Total beban: 235,412 kVA (data *as built*) dengan *pf* 0,85 menurut standar PLN

Jadi daya aktif yang dihasilkan = 235,412 x 0,85

$$= 200,1002 \text{ kW}$$

Dengan rata-rata jam kerja = 10jam/hari

Total hari kerja selama 1 tahun = 168 hari

Luas Bangunan Gedung = 1153,44 m²

Dengan menggunakan persamaan 2.12 dapat diketahui nilai IKE sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{IKE gedung D} &= \frac{\textit{kWh total}}{\textit{Luas Bangunan}} \\ &= \frac{200,1002 \text{ kW} \times 10\text{jam} \times 168\text{hari}}{1153,44\text{m}^2} \\ &= 291,45 \text{ kWh/m}^2 \text{ per tahun} \end{aligned}$$

4.2 Pengukuran Kuat Penerangan

Metode pengukuran yang dilakukan menggunakan alat *luxmeter* yang berguna untuk mengetahui kuat penerangan pada suatu ruangan. Pengukuran dilakukan secara bertahap dari lantai dasar hingga lantai 4 gedung D.

Tabel 4.1 Pengukuran Kuat Penerangan Lantai Dasar

Lantai Dasar	Pengukuran Kuat penerangan (lux)				
	I	ii	iii	iv	v
Ruang D 001	122	125,5	131	135	145
Ruang D 002	118	120	125	134	144
Ruang D 003	105,5	106	122	127	140,5
Ruang D 004	115	122	124	129	142
Ruang D 005	120	122	123	127	150
Ruang D 006	95	97	99	100	101
Ruang D 007	99	109	110,5	111,5	122
Ruang D 008	190	193	198	201	204
Ruang D 009	119	142	152	165	180
Ruang D 010	121	125	131	133	142
Ruang D 011	152	166	173	183	195
Ruang D 012	190	193	198	201	204
Hall depan	95	99	102,4	110	117,6
Hall belakang	118	119,5	124	126	132,5
Toilet P	22,5	25	25	29,8	30
Toilet W	23	26	27,6	27,9	32

Tabel 4.2 Pengukuran Kuat Penerangan Lantai 1

Lantai 1	Pengukuran Kuat penerangan (lux)				
	I	ii	iii	iv	v
Ruang D 101	120	123	130	133	136
Ruang D 102	120	123	125	128	131
Ruang D 103	160	163	165	168	171

Lantai 1	Pengukuran Kuat penerangan (lux)				
	I	ii	iii	iv	v
Lantai 1	i (lux)	ii (lux)	iii (lux)	iv (lux)	v (lux)
Ruang D 104	115	118	120	123	126
Ruang D 105	120	122	123	127	150
Ruang D 106	125	129	138	141	145
Ruang D 107	130	133	140	143	146
Ruang D 108	140	143	152	155	158
Ruang D 109	140	143	157	160	163
Ruang D 110	160	163	176	178	181
Ruang D 111	142	152	155	162,2	179
Ruang D 112	133	141	155	163	180
Hall depan	130	134	138	142	146
Hall tengah	140	144	152	156	160
Hall belakang	118	119,5	124	126	132,5
Toilet P	24,2	25,5	27	28	28,8
Toilet W	24,2	25,5	26	28	28,8

Tabel 4.3 Pengukuran Kuat Penerangan Lantai 2

Lantai 2	Pengukuran Kuat penerangan (lux)				
	I	ii	iii	iv	v
Pimpinan LP3M	100,4	104,7	105	106,8	115
sidang LP3M	101,8	103	115	118,7	120,6
Staff LP3M	197,8	199	201,6	209,4	211
front office	100	103	115	118	121
Arsip LP3M	195	198,4	201,5	205,4	211
R belajar LP3M	121	125,3	139	140	143,6
Library	121	125,3	131	140	143
Foto copy	95	97,2	98,6	101	104,8
SAC	100	111	131	140,6	143
PSM	100	102,7	105	106,5	114,3
sentra HKI UMY	99,8	102	105	106,5	110,3
Warung Prancis	74	115	118	119	120
American corner	100	121	131	140	143
R kepala	98,2	102,7	105	106,5	111,4

Lantai 2	Pengukuran Kuat penerangan (lux)				
	I	ii	iii	iv	v
Toilet P	23	25,2	27,7	27,9	32
Toilet W	22	26	27,6	30	32

Tabel 4.4 Pengukuran Kuat Penerangan Lantai 3

Lantai 3	Pengukuran Kuat penerangan (lux)				
	I	ii	iii	iv	V
Perpus	195	198	200	203	210
Muh corner	120	130	145	150	160
Ruang Referensi	140	142	173	176	185
Kantor & R sidang 1	142	143,2	172	173	185
Kantor & R sidang 2	140	142	173	176	185
R kepala	112	132	133	133,6	133,7
Hall	118	119,5	124	126	132,5
Toilet P	23	24,6	25,3	26,7	29
Toilet W	23	24,6	25,3	25,9	29

Tabel 4.5 Pengukuran Kuat Penerangan Lantai 4

Lantai 4	Pengukuran Kuat penerangan (lux)				
	I	ii	iii	iv	V
Hall	140	144	152	156	160
instructur ppb	225	229	238	242	246
Laboratorium 1	226,3	231	237,8	242	245,7
Laboratorium 2	221	232	236,4	245	247
R kuliah ppb 1	130	132,5	135,7	136	140
R kuliah ppb 2	129	135	136,3	142	143,7
R kuliah ppb 3	131	132,3	137	137,2	142
R kuliah ppb 4	130,3	132,7	136	139,1	141,8
R kuliah ppb 5	132	133,4	135	144	144,6
R kuliah ppb 6	136	137,8	140	141,2	145
R kuliah ppb 7	133,7	138	138,8	140	142,2
Head office ppb	143	145,2	152	155,5	162

Lantai 4	Pengukuran Kuat penerangan (lux)				
	I	ii	iii	iv	V
Toilet P	24	25,5	26,2	32	33,7
Toilet W	25	25,2	26,7	28	33

4.2.1 Analisis Kuat Penerangan Rata-rata

Pengukuran kuat penerangan dilakukan dengan menggunakan alat *luxmeter*, dan data yang diambil dilakukan disetiap ruangan yang ada di gedung D. Contoh perhitungan akan dilakukan di ruang kelas D101. Perhitungan rata-rata akan disertai dengan perhitungan standar deviasi dan persen kesalahan dengan menggunakan *function* dari *microsoft excel*.

Perhitungan kuat penerangan rata-rata dengan menggunakan standar deviasi dan persen kesalahan dilakukan agar mendukung keakuratan statistik dari hasil perhitungan rata – rata yang ada.

Kuat penerangan rata-rata ruang kelas D002:

$$\begin{aligned}
 E_{\text{Rata-rata}} &= \frac{\sum_{x=1}^n Ex}{n} \\
 &= \frac{134+144+120+125+118}{5} = 128,2 \text{ lux}
 \end{aligned}$$

Standar deviasi = 10,78

$$\% \text{ kesalahan} = \frac{\text{standar deviasi}}{\% \text{kesalahan}} \times 100\% = \frac{10,78}{128,2} \times 100\% = 8,41\%$$

Dan pada tabel dibawah ini merupakan hasil perhitungan kuat penerangan rata-rata disetiap ruangan yang ada di gedung D UMY.

Tabel 4.6 Perhitungan Rata-rata Kuat Penerangan Lantai Dasar

Lantai Dasar	lux rata-rata	Standar deviasi	%error
Ruang D 001	131,7	5,76	4,38
Ruang D 002	128,2	10,78	8,41
Ruang D 003	120,3	14,89	12,37
Ruang D 004	125,8	5,80	4,61
Ruang D 005	128,4	12,34	9,61
Ruang D 006	98,4	2,41	2,45
Ruang D 007	110,4	8,18	7,41
Ruang D 008	197,2	5,72	2,90
Ruang D 009	151,6	23,14	15,26
Ruang D 010	130,4	5,51	4,22
Ruang D 011	173,8	16,36	9,41
Ruang D 012	198,4	6,73	3,39
Hall depan	104,8	9,03	8,62
Hall belakang	124	5,76	4,64
Toilet P	26,46	3,30	12,48
Toilet W	27,3	3,27	11,97

Dapat diketahui dari tabel 4.6 perhitungan rata-rata kuat penerangan memiliki persen kesalahan antara 2% - 23%. Persen kesalahan ini menunjukkan variasi data kuat penerangan yang ada dalam pengukuran, dimana ada nilai yang lebih tinggi dan lebih rendah dari nilai rata-rata.

Tabel 4.7 Rata-rata Kuat Penerangan Lantai 1

Lantai 1	lux rata-rata	Standar deviasi	%error
Ruang D 101	128,4	6,73	5,24
Ruang D 102	125,4	4,28	3,41
Ruang D 103	165,4	4,28	2,59
Ruang D 104	120,4	4,28	3,55
Ruang D 105	148,4	6,73	4,54
Ruang D 106	135,6	8,35	6,16
Ruang D 107	138,4	7,02	5,07
Ruang D 108	149,6	7,77	5,19
Ruang D 109	152,6	10,41	6,82
Ruang D 110	171,6	9,45	5,51
Ruang D 111	158,04	13,78	8,72
Ruang D 112	154,4	18,49	11,97
Hall depan	138	6,32	4,58
Hall tengah	150,4	8,29	5,52
Hall belakang	124	5,76	4,64
Toilet P	26,7	1,876	7,03
Toilet W	26,5	1,863	7,03

Dari tabel 4.7 diatas, dapat diketahui nilai rata-rata kuat penerangan yang terukur lebih variatif, karena kuat penerangan tergantung pada berapa besar jumlah fluks yang dihasilkan dibagi dengan luas suatu ruangan tersebut.

Tabel 4.8 Rata-rata Kuat Penerangan Lantai 2

Lantai 2	lux rata-rata	Standar deviasi	%error
Pimpinan LP3M	106,38	5,36	5,04
sidang LP3M	111,82	8,84	7,91
Staff LP3M	203,76	6,064	2,98
front office	111,4	9,34	8,39
Arsip LP3M	202,26	6,21	3,07
R belajar LP3M	133,78	9,97	7,45
Library	132,06	9,38	7,10
Foto copy	99,32	3,76	3,78
SAC	125,12	18,87	15,08
PSM	105,7	5,40	5,11
sentra HKI UMY	104,72	4,06	3,88
Warung Prancis	109,2	19,77	18,10
American corner	127	17,36	13,67
R kepala	104,76	4,86	4,64
Toilet P	27,14	3,37	12,40
Toilet W	27,58	3,81	13,83

Dari tabel 4.8 diatas, diketahui nilai standar deviasi dan presentase error menunjukkan kuat penerangan dalam suatu ruangan tersebut memiliki tingkat kuat penerangan yang bervariasi. Kuat penerangan terukur memiliki selisih yang cukup besar antara pengukuran minimum dan maksimumnya. Begitu pula pada tabel 4.9 dan 4.10 selanjutnya.

Tabel 4.9 Rata-rata Kuat Penerangan Lantai 3

Lantai 3	lux rata-rata	standar deviasi	%error
Perpus	201,2	5,72	2,84
Muh corner	141	15,97	11,33
Ruang Referensi	163,2	20,75	12,72
Kantor & R sidang 1	163,04	19,35	11,87
Kantor & R sidang 2	163,2	20,75	12,72
R kepala	128,86	9,45	7,33
Hall	124	5,76	4,64
Toilet P	25,72	2,27	8,81
Toilet W	25,57	2,21	8,64

Tabel 4.10 Rata-rata Kuat Penerangan Lantai 4

Lantai 4	lux rata-rata	Standar deviasi	%error
Hall	150,4	8,29	5,52
instructur ppb	236	8,80	3,73
Laboratorium 1	236,56	7,92	3,35
Laboratorium 2	236,28	10,52	4,45
R kuliah ppb 1	134,84	3,80	2,81
R kuliah ppb 2	137,2	5,88	4,28
R kuliah ppb 3	135,9	4,39	3,23
R kuliah ppb 4	135,98	4,65	3,42
R kuliah ppb 5	137,8	6,03	4,38
R kuliah ppb 6	140	3,44	2,46
R kuliah ppb 7	138,54	3,13	2,26
Head office ppb	149,34	10,89	7,29
Toilet P	28,28	4,29	15,17
Toilet W	27,58	3,27	11,84

4.2.2 Perbandingan Hasil Kuat Penerangan Terukur dengan Standar yang Diberlakukan

Standar yang digunakan sebagai acuan adalah SNI 03-6575-2001 mengenai Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Buatan pada Bangunan Gedung.

Tabel 4.11 Kuat Penerangan Minimum yang Direkomendasikan

Fungsi ruangan	Kuat penerangan (lux)	Kelompok renderasi warna	Keterangan
Rumah Tinggal:			
Teras	60	1 atau 2	
Ruang tamu	120 - 250	1 atau 2	
Ruang makan	120 - 250	1 atau 2	
Ruang kerja	120 - 250	1	
Kamar tidur	120 - 250	1 atau 2	
Kamar mandi	250	1 atau 2	
Dapur	250	1 atau 2	
Garasi	60		
Perkantoran:			
Ruang Direktur	350	1 atau 2	
Ruang Kerja	350	1 atau 2	
Ruang Komputer	350	1 atau 2	Gunakan amartur berkisi untuk mencegah silau akibat pantulan layar monitor
Ruang rapat	300	1 atau 2	
Ruang gambar	750	1 atau 2	Gunakan pencahayaan setempat pada meja gambar
Gudang arsip	150	3 atau 4	
Ruang arsip aktif	300	1 atau 2	
Lembaga Pendidikan:			
Ruang kelas	250	1 atau 2	
Perpustakaan	300	1 atau 2	
Laboratorium	500	1	

Fungsi ruangan	Kuat penerangan (lux)	Kelompok renderasi warna	Keterangan
Ruang gambar	750	1	
Kantin	200	1	
Hotel dan Restoran:			
Lobby, koridor	100	1	Pencahayaan pada bidang vertikal sangat penting untuk menciptakan suasana ruang yang baik
Ballroom/ruang sidang	200	1	Sistem pencahayaan harus dirancang untuk menciptakan suasana yang sesuai. Sistem pengendalian "switching" dan "dimming" dapat digunakan untuk memperoleh berbagai efek pencahayaan
Ruang makan	250	1	
Kafetaria	250	1	
Kamar tidur	150	1 atau 2	Diperlukan lampu tambahan pada bagian kepala tempat tidur dan cermin
Dapur	300	1	
Rumah Sakit/Balai Pengobatan:			
Ruang rawat inap	250	1 atau 2	
Ruang operasi, ruang bersalin	300	1	Gunakan pencahayaan setempat pada tempat yang diperlukan
Laboratorium	500	1 atau 2	
Ruang rekreasi dan rehabilitasi	250	1	
Pertokoan/Ruang pameran:			
Ruang pameran dengan obyek berukuran besar (misalnya mobil)	500	1	Tingkat pencahayaan ini harus dipenuhi pada lantai. Untuk beberapa produk tingkat pencahayaan pada bidang vertikal juga penting

Fungsi ruangan	Kuat penerangan (lux)	Kelompok renderasi warna	Keterangan
Toko kue dan makanan	250	1	
Toko buku dan alat tulis/gambar	300	1	
Toko perhiasan, arloji	500	1	
Toko Barang kulit dan sepatu	500	1	
Toko pakaian	500	1	
Pasar swalayan	500	1 atau 2	Pencahayaan pada bidang vertikal pada rak barang
Toko alat listrik (TV, radio tape, mesin cuci dll)	250	1 atau 2	
Industri (umum):			
Ruang parkir	50	3	
Gudang arsip	100	3	
pekerjaan kasar	100 - 200	2 atau 3	
pekerjaan sedang	200 - 500	1 atau 2	
pekerjaan halus	500 - 1000	1	
pekerjaan amat halus	1000 - 2000	1	
pemeriksaan warna	750	1	
Rumah ibadah:			
Masjid	200	1 atau 2	Untuk tempat-tempat yang membutuhkan tingkat pencahayaan yang lebih tinggi dapat digunakan pencahayaan setempat
Gereja	200	1 atau 2	idem
Vihara	200	1 atau 2	idem

Karena banyaknya varian ruangan pada gedung D, standar ukur pada setiap ruangan yang ada, berbeda-beda. Hasil perbandingan dapat dilihat pada tabel 4.12 berikut.

4.2.2 Perbandingan Hasil Kuat Penerangan Terukur dengan Standar yang diberlakukan

Tabel 4.12 Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Standar yang Diberlakukan

Lantai Dasar	Kuat Penerangan (lux)		Selisih (Kekurangan / kelebihan) lux	Keterangan (memenuhi / tidak memenuhi)
	Pengukuran	Standar ukur		
Ruang D 001	131,7	250	-118,3	tidak memenuhi
Ruang D 002	128,2	250	-121,8	tidak memenuhi
Ruang D 003	120,3	250	-129,7	tidak memenuhi
Ruang D 004	125,8	250	-124,2	tidak memenuhi
Ruang D 005	128,4	250	-121,6	tidak memenuhi
Ruang D 006	98,4	250	-151,6	tidak memenuhi
Ruang D 007	110,4	250	-139,6	tidak memenuhi
Ruang D 008	197,2	250	-52,8	tidak memenuhi
Ruang D 009	151,6	250	-98,4	tidak memenuhi
Ruang D 010	130,4	250	-119,6	tidak memenuhi
Ruang D 011	173,8	250	-76,2	tidak memenuhi
Ruang D 012	198,4	250	-51,6	tidak memenuhi
Hall depan	104,8	100	4,8	memenuhi
Hall belakang	124	100	24	Memenuhi
Toilet P	26,46	250	-223,54	Tidak memenuhi
Toilet W	27,3	250	-222,7	Tidak memenuhi

Dari tabel 4.12 diatas mengenai perbandingan dan standar ukur, diketahui seluruh pengukuran pada ruang kelas D001 sampai dengan ruang D012, kuat penerangan yang dihasilkan tidak memenuhi standar yang berlaku yaitu SNI 03-6575-2001, terkecuali pada *hall* yang terdapat di lantai dasar.

Tabel 4.13 Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Standar yang Diberlakukan

Lantai 1	Kuat Penerangan (lux)		Selisih (Kekurangan / kelebihan) lux	Keterangan (memenuhi / tidak memenuhi)
	Pengukuran	Standar ukur		
Ruang D 101	128,4	250	-121,6	tidak memenuhi
Ruang D 102	125,4	250	-124,6	tidak memenuhi
Ruang D 103	165,4	250	-84,6	tidak memenuhi
Ruang D 104	120,4	250	-129,6	tidak memenuhi
Ruang D 105	148,4	250	-101,6	tidak memenuhi
Ruang D 106	135,6	250	-114,4	tidak memenuhi
Ruang D 107	138,4	250	-111,6	tidak memenuhi
Ruang D 108	149,6	250	-100,4	tidak memenuhi
Ruang D 109	152,6	250	-97,4	tidak memenuhi
Ruang D 110	171,6	250	-78,4	tidak memenuhi
Ruang D 111	158,04	250	-91,96	tidak memenuhi
Ruang D 112	154,4	250	-95,6	tidak memenuhi
Hall depan	138	100	38	Memenuhi
Hall tengah	150,4	100	50,4	Memenuhi
Hall belakang	124	100	24	Memenuhi
Toilet P	26,7	250	-223,3	Tidak memenuhi
Toilet W	26,5	250	-223,5	Tidak memenuhi

Pada tabel 4.13 pengukuran kuat penerangan lantai satu, diketahui nilai yang masih memenuhi standar SNI yaitu pada *hall* depan, tengah dan belakang. Dari standar ukur sebesar 100 lux, hasil aktual menunjukkan 138 lux, 150,4 lux dan 124 lux.

Tabel 4.14 Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Standar yang Diberlakukan

Lantai 2	Kuat Penerangan (lux)		Selisih (Kekurangan / kelebihan) lux	Keterangan (memenuhi / tidak memenuhi)
	Pengukuran	Standar ukur		
Pimpinan LP3M	106,38	350	-243,62	Tidak memenuhi
sidang LP3M	111,82	200	-88,18	Tidak memenuhi
Staff LP3M	203,76	350	-146,24	Tidak memenuhi
front office	111,4	350	-238,6	Tidak memenuhi
Arsip LP3M	202,26	300	-97,74	Tidak memenuhi
R belajar LP3M	133,78	250	-116,22	Tidak memenuhi
Library	132,06	300	-167,94	Tidak memenuhi
Foto copy	99,32	100	-0,68	Tidak memenuhi
SAC	125,12	250	-124,88	Tidak memenuhi
PSM	105,7	250	-144,3	Tidak memenuhi
sentra HKI UMY	104,72	250	-145,28	Tidak memenuhi
Warung Prancis	109,2	250	-140,8-140,8	tidak memenuhi
American corner	127	250	-140,8-123	tidak memenuhi
R kepala	104,76	350	-245,24	Tidak memenuhi
Toilet P	27,14	250	-222,86	Tidak memenuhi
Toilet W	27,58	250	-222,42	Tidak memenuhi

Tabel 4.15 Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Standar yang Diberlakukan

Lantai 3	Kuat Penerangan (lux)		Selisih (Kekurangan / kelebihan) lux	Keterangan (memenuhi / tidak memenuhi)
	Pengukuran	Standar ukur		
Perpustakaan	201,2	300	-98,8	tidak memenuhi
Muh corner	141	250	-109	tidak memenuhi
Ruang Referensi	163,2	250	-86,8	tidak Memenuhi
Kantor & R sidang 1	163,0,4	350	-186,96	Tidak memenuhi
Kantor & R sidang 2	163,2	350	-186,8	Tidak memenuhi
R kepala	128,86	350	-221,14	Tidak memenuhi
Hall	124	100	24	Memenuhi
Toilet P	25,72	250	-224,28	Tidak memenuhi
Toilet W	25,57	250	-224,43	Tidak memenuhi

Tabel 4.16 Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Standar yang Diberlakukan

Lantai 4	Kuat Penerangan (lux)		Selisih (Kekurangan / kelebihan) lux	Keterangan (memenuhi / tidak memenuhi)
	Pengukuran	Standar ukur		
Hall	150,4	100	50,4	memenuhi
instructur ppb	236	350	-114	tidak Memenuhi
Laboratorium 1	136,56	500	-363,44	tidak Memenuhi
Laboratorium 2	236,28	500	-263,72	tidak Memenuhi
R kuliah ppb 1	134,84	250	-115,16	tidak Memenuhi
R kuliah ppb 2	137,2	250	-112,8	tidak Memenuhi
R kuliah ppb 3	135,9	250	-114,1	tidak Memenuhi
R kuliah ppb 4	135,98	250	-114,02	tidak Memenuhi
R kuliah ppb 5	137,8	250	-112,2	tidak Memenuhi
R kuliah ppb 6	140	250	-110	tidak Memenuhi
R kuliah ppb 7	138,54	250	-111,46	tidak Memenuhi
Head office ppb	149,34	350	-200,66	tidak Memenuhi
Toilet P	28,28	250	-221,72	tidak Memenuhi
Toilet W	27,58	250	-222,42	tidak Memenuhi

Sebagian besar ruangan seluruh gedung D setelah dilakukan pengukuran, kuat penerangan rata-rata tersebut kurang dari standar yang diberlakukan, SNI-03-6575-2001. Oleh karenanya, penulis merencanakan penggantian beban lampu agar kuat penerangan rata-ratanya sesuai apa yang direkomendasikan oleh Badan Standardisasi Nasional.

4.2.3 Analisis Kuat Pencahayaan yang Merata

Untuk menentukan kuat pencahayaan yang merata, maka kuat pencahayaan dititik-titik pengukuran harus minimal 80% dari nilai $E_{\text{Rata-rata}}$ total ruang. (Pritchard, 1986).

Contoh perhitungan akan dilakukan pada ruang D002 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} E_{\min} &= \frac{80}{100} \times E_{\text{Rata-rata}} \text{ ruang D002} \\ &= \frac{80}{100} \times 128,2 = 102,56 \text{ lux} \end{aligned}$$

Dari data hasil pengukuran ruang D002, diketahui E_{\min} yang terukur sebesar 120, sedangkan 80% dari $E_{\text{Rata-rata}}$ ruang D002 didapatkan hasil sebesar 102,56. Berarti bahwa kuat penerangan dalam ruangan tersebut adalah merata atau *uniformity*. Hasil perhitungan E_{\min} pada setiap kelas dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.17 Data Kuat Pencahayaan Merata

Lantai Dasar	E_{\min} (lux)	Titik Pengukuran Terendah (lux)	Keterangan
Ruang D 001	105,36	122	merata
Ruang D 002	102,56	120	Merata
Ruang D 003	96,24	105,5	Merata
Ruang D 004	100,67	115	merata
Ruang D 005	102,72	120	Merata
Ruang D 006	78,72	95	Merata
Ruang D 007	88,32	99	Merata
Ruang D 008	157,76	190	Merata
Ruang D 009	121,28	119	Tidak merata

Lantai Dasar	E.min (lux)	Titik Pengukuran Terendah (lux)	Keterangan
Ruang D 010	104,32	121	merata
Ruang D 011	139,04	152	Merata
Ruang D 012	158,72	190	Merata
Hall depan	83,84	95	Merata
Hall belakang	99,2	118	merata
Toilet P	21,168	22	Merata
Toilet W	21,84	22	Merata

Dari analisis perhitungan yang diperoleh, nilai kuat penerangan pada lantai dasar di gedung D menghasilkan tingkat penerangan yang masih merata (*uniformity*). Terkecuali ruang kelas D 009 dikarenakan ada beberapa lampu tidak berfungsi dengan baik.

Tabel 4.18 Data Kuat Pencahayaan Merata

Lantai 1	E.min (lux)	Titik Pengukuran Terendah (lux)	Keterangan
Ruang D 101	102,72	120	Merata
Ruang D 102	100,32	120	Merata
Ruang D 103	132,32	163	Merata
Ruang D 104	96,32	115	Merata
Ruang D 105	118,72	140	Merata
Ruang D 106	108,48	129	Merata
Ruang D 107	110,72	130	Merata
Ruang D 108	119,68	140	Merata
Ruang D 109	122,08	140	Merata
Ruang D 110	137,28	160	Merata
Ruang D 111	126,432	142	merata
Ruang D 112	123,52	133	Merata

Lantai 1	E.min (lux)	Titik Pengukuran Terendah (lux)	Keterangan
Hall depan	110,4	130	Merata
Hall tengah	120,32	140	Merata
Hall belakang	99,2	124	merata
Toilet P	21,36	22	Merata
Toilet W	21,2	22	Merata

Pada lantai satu, kuat penerangan minimum yang dihasilkan masih dikategorikan 80% dari kuat penerangan rata-ratanya atau masih dikatakan merata. Hal tersebut dinyatakan dengan titik pengukuran terendah kuat penerangan pada setiap ruangan di lantai satu hasilnya lebih tinggi dari nilai kuat penerangan minimalnya (E.min).

Tabel 4.19 Data Kuat Pencahayaan Merata

Lantai 2	E.min (lux)	Titik Pengukuran Terendah (lux)	Keterangan
Pimpinan LP3M	85,104	100,4	Merata
sidang LP3M	89,456	101,8	Merata
Staff LP3M	163,008	197,8	Merata
front office	89,12	100	Merata
Arsip LP3M	161,808	195	Merata
R belajar LP3M	107,024	121	Merata
Library	105,648	121	Merata
Foto copy	79,456	95	Merata
SAC	100,096	100	Tidak Merata
PSM	84,56	100	Merata
sentra HKI UMY	83,776	99,8	Merata
Warung Prancis	87,36	74	Tidak Merata
American corner	101,6	100	Tidak Merata
R kepala	83,808	98,2	Merata

Lantai 2	E.min (lux)	Titik Pengukuran Terendah (lux)	Keterangan
Toilet P	21,712	22	Merata
Toilet W	22,064	22	Merata

Untuk lantai dua, diperoleh nilai titik pengukuran terendah masih lebih besar dari nilai kuat penerangan minimalnya atau dapat dikategorikan merata, kecuali pada ruang *Self Access Center (SAC)*, Warung Perancis dan *American Corner* sudah tidak merata.

Tabel 4.20 Data Kuat Pencahayaan Merata

Lantai 3	E.min (lux)	Titik Pengukuran Terendah (lux)	Keterangan
Perpus	160,96	195	Merata
Muh corner	112,8	120	Merata
Ruang Referensi	130,56	142	Merata
Kantor & R sidang 1	130,432	172	Merata
Kantor & R sidang 2	130,56	176	Merata
R kepala	103,088	112	Merata
Hall	99,2	118	Merata
Toilet P	20,576	23	Merata
Toilet W	20,4592	23	Merata

Sama halnya dengan lantai-lantai lainnya, pengukuran kuat penerangan minimal lantai tiga juga masih dikategorikan merata. Setiap ruangan yang ada di lantai tiga memiliki nilai titik ukur kuat penerangan terendah diatas kuat penerangan minimalnya.

Tabel 4.21 Data Kuat Pencahayaan Merata

Lantai 4	E.min (lux)	Titik Pengukuran Terendah (lux)	Keterangan
Hall	120,32	140	Merata
instructur ppb	188,8	225	Merata
Laboratorium 1	189,248	226	Merata
Laboratorium 2	189,024	221	Merata
R kuliah ppb 1	107,872	130	Merata
R kuliah ppb 2	109,76	129	Merata
R kuliah ppb 3	108,72	131	Merata
R kuliah ppb 4	108,784	130	Merata
R kuliah ppb 5	110,24	132	Merata
R kuliah ppb 6	112	136	Merata
R kuliah ppb 7	110,832	133	Merata
Head office ppb	119,472	143	Merata
Toilet P	22,624	22	Merata
Toilet W	22,064	22	Merata

Dari analisis perhitungan yang diperoleh, kuat penerangan minimal disetiap ruangan di gedung D banyak yang masih dikategorikan merata atau *uniformity*. Perbandingan titik pengukuran terendah yang dihasilkan lebih besar terhadap kuat penerangan minimalnya (E.min).

4.3 Potensi Penghematan Energi serta Pemenuhan Standar Rekomendasi

Kuat penerangan yang ada di seluruh gedung D rata-rata sudah tidak memenuhi standar SNI 03-6575-2001, karena itu perlu dilakukan penggantian lampu dengan efisiensi lebih baik agar intensitas penerangannya memenuhi standar rekomendasi SNI

tersebut. Penggantian lampu akan dilakukan menggunakan perhitungan manual juga akan disimulasikan dengan *dialux evo 7* untuk mengetahui perbandingan.

4.3.1 Analisis Perhitungan untuk menentukan Jumlah Lampu

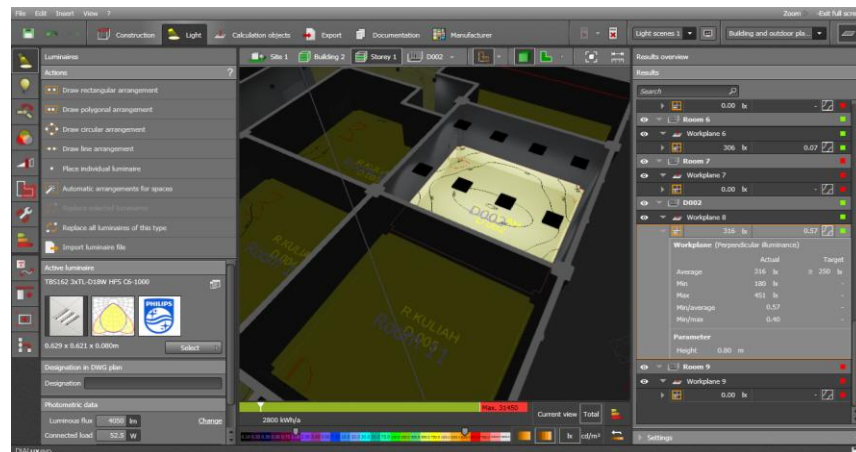
Untuk menentukan jumlah lampu yang dibutuhkan dapat dicari menggunakan persamaan 2.7, dimana contoh perhitungan akan diambil pada ruang D002 dengan jenis lampu terpasang TL 14 HE *eco* (1200 lumen) dan luas ruangan 51,84 m² dan acuan standar rekomendasi untuk ruang kelas 250 lux (lihat tabel 4.11):

$$N = \frac{E \text{ rekomendasi} \times A}{F \times kp \times kd} = \frac{250 \times 51,84}{1200 \times 0,5} = 21,6 \sim \mathbf{22 \text{ buah lampu.}}$$

Sedangkan diketahui keadaan sekarang ruang D002 terpasang 8 luminer, dengan setiap luminernya terpasang 3 lampu. Artinya ada total **24 lampu terpasang**.

4.3.2 Perhitungan Jumlah Beban Lampu menggunakan Simulasi *Dialux evo 7*

Dengan menggunakan keadaan dan contoh ruangan yang sama yaitu D002, diperoleh hasil simulasi:



Hasil simulasi menunjukkan adanya kesamaan pada jumlah lampu terpasang dengan keadaan sekarang. Yaitu ada 8 luminer terpasang, dengan setiap luminernya ada 3 buah lampu. Artinya ada **24 lampu terpasang**.

Tabel 4.22 Perbandingan Keadaan Lampu Terpasang dengan Analisis Perhitungan Manual dan Simulasi *Software Dialux evo 7* di Lantai Dasar

Lantai Dasar	Beban Lampu Terpasang	Analisis Perhitungan Manual	Simulasi <i>Software Dialux evo 7</i>
Ruang D 001	24 TL	22 TL	21 TL
Ruang D 002	24 TL	22 TL	24 TL
Ruang D 003	24 TL	22 TL	24 TL
Ruang D 004	24 TL	22 TL	24 TL
Ruang D 005	24 TL	22 TL	24 TL
Ruang D 006	24 TL	22 TL	24 TL
Ruang D 007	24 TL	22 TL	24 TL
Ruang D 008	24 TL	22 TL	24 TL
Ruang D 009	24 TL	22 TL	24 TL
Ruang D 010	24 TL	22 TL	24 TL
Ruang D 011	24 TL	22 TL	24 TL
Ruang D 012	24 TL	22 TL	21 TL
Hall depan	32 downlight	28 LED	23 LED
Hall belakang	54 TL + 4 downlight	17 LED	17 LED
Toilet P	5 TL ring	2xLED, 7buah	2xLED, 5buah
Toilet W	5 TL ring	2xLED, 7buah	2xLED, 5buah

Dilihat dari tabel 4.22 data yang diperoleh, diketahui beban lampu terpasang untuk ruang kelas D001 sampai dengan D012 merupakan jenis TL 18 watt, sedangkan setelah dilakukan perhitungan manual dan simulasi dengan *software dialux evo7*, penulis merencanakan dengan mengganti TL 18 watt dengan TL 14 HE *eco* yang secara spesifikasi lebih hemat energi, dan memiliki efisiensi tinggi.

Sementara pada *hall* depan dan belakang direncanakan penggantian dengan melakukan pemasangan lampu LED 13 watt yang mana sesuai dengan aplikasi pada lobi, koridor dan *hall* itu sendiri. Lampu TL ring 25 watt pada toilet diganti dengan lampu jenis 2xLED 17 watt yang sering digunakan pada toilet modern seperti sekarang.

Tabel 4.23 Perbandingan Keadaan Lampu Terpasang dengan Analisis Perhitungan Manual dan Simulasi *Software Dialux evo 7* di Lantai Satu

Lantai Satu	Beban Lampu Terpasang	Analisis Perhitungan Manual	Simulasi <i>Software Dialux evo 7</i>
Ruang D 101	24 TL	22 TL	24 TL
Ruang D 102	24 TL	22 TL	21 TL
Ruang D 103	24 TL	22 TL	24 TL
Ruang D 104	24 TL	22 TL	24 TL
Ruang D 105	24 TL	22 TL	24 TL
Ruang D 106	24 TL	22 TL	21 TL
Ruang D 107	24 TL	22 TL	21 TL
Ruang D 108	24 TL	22 TL	24 TL
Ruang D 109	24 TL	22 TL	24 TL
Ruang D 110	24 TL	22 TL	24 TL
Ruang D 111	24 TL	22 TL	21 TL
Ruang D 112	24 TL	22 TL	24 TL
Hall depan	24 downlight	14 LED	12 LED
Hall tengah	48 TL + 6 downlight	28 LED	22 LED
Hall belakang	49 TL + 6 downlight	28 LED	18 LED
Toilet P	5 TL ring	2xLED=7buah	2xLED= 5buah
Toilet W	5 TL ring	2xLED=7buah	2xLED= 5buah

Perbandingan lampu terpasang dengan perhitungan manual mengalami perbedaan jumlah lampu terpasangnya. Begitupula simulasi menggunakan *dialux evo7* yang secara perhitungan lebih akurat karena variabel yang dimasukkan lebih detail.

Tabel 4.24 Perbandingan Keadaan Lampu Terpasang dengan Analisis Perhitungan Manual dan Simulasi *Software Dialux evo 7* di Lantai Dua

Lantai Dua	Beban Lampu Terpasang	Analisis Perhitungan Manual	Simulasi <i>Software Dialux evo 7</i>
Pimpinan LP3M	8TL	12 TL	15 TL
sidang LP3M	9TL	12 TL	9 TL
Staff LP3M	51 TL	50 TL	51 TL
front office	24 TL	20 TL	24 TL
Arsip LP3M	24 TL	20 TL	24 TL
R belajar LP3M	33 TL	20 TL	33 TL
Library	78 TL	60 TL	75 TL
Foto copy	4 downlight	6 LED	4LED
SAC	37 TL	34 TL	37 TL
PSM	36 TL	33 TL	36 TL
sentra HKI UMY	36 TL	33 TL	36 TL
Warung Prancis	36 TL	33 TL	36 TL
American corner	36 TL	33 TL	36 TL
R kepala	4 TL	9 TL	12 TL
Toilet P	5 TL ring	2xLED= 7buah	2xLED= 5buah
Toilet W	5 TL ring	2xLED= 7buah	2xLED= 5buah

Pemenuhan standar rekomendasi SNI mengenai kuat penerangan rata-rata ruangan dilakukan agar memfasilitasi dan menunjang kinerja pengguna ruangan tersebut. Dapat dilihat pada ruang Pimpinan LP3M, dengan keadaan sekarang terpasang 8 TL 18w sementara dibutuhkan 350 lux pada ruang kerja menurut tabel 4.11 menghasilkan perhitungan manual lampu terpasang sebanyak 12 buah dan simulasi *dialux* sebanyak 15 buah lampu TL 14w.

Tabel 4.25 Perbandingan Keadaan Lampu Terpasang dengan Analisis Perhitungan Manual dan Simulasi *Software Dialux evo 7* di Lantai Tiga

Lantai Tiga	Beban Lampu Terpasang	Analisis Perhitungan Manual	Simulasi <i>Software Dialux evo 7</i>
Perpus	319 TL + 39 downlight	234 TL + 66 LED	342 TL + 26 LED
Muh corner	44 TL	39TL	54 TL
Ruang Referensi	33 TL	33TL	36 TL
Kantor & R sidang 1	36 TL	33TL	42 TL
Kantor & R sidang 2	33 TL	30TL	36 TL
R kepala	4 TL	9TL	12 TL
Hall	48 TL + 6 downlight	12 LED	24 LED
Toilet P	5 TL ring	2xLED= 7buah	2xLED= 5buah
Toilet W	5 TL ring	2xLED= 7buah	2xLED= 5buah

Tabel 4.26 Perbandingan Keadaan Lampu Terpasang dengan Analisis Perhitungan Manual dan Simulasi *Software Dialux evo 7* di Lantai Empat

Lantai Empat	Beban Lampu Terpasang	Analisis Perhitungan Manual	Simulasi <i>Software Dialux evo 7</i>
Hall	54 TL + 6 downlight	28 LED	20 LED
instructur ppb	36 TL	22 TL	36 TL
Laboratorium 1	24 TL	20 TL	24 TL
Laboratorium 2	24 TL	20 TL	24 TL
R kuliah ppb 1	18 TL	18 TL	18 TL
R kuliah ppb 2	18 TL	18 TL	18 TL
R kuliah ppb 3	18 TL	18 TL	18 TL
R kuliah ppb 4	18 TL	18 TL	18 TL
R kuliah ppb 5	18 TL	18 TL	18 TL
R kuliah ppb 6	18 TL	18 TL	18 TL
R kuliah ppb 7	18 TL	18 TL	18 TL
Head office ppb	22 TL	21 TL	21 TL
Toilet P	5 TL ring	2XLED=7buah	2xLED= 5buah
Toilet W	5 TL ring	2xLED=7buah	2xLED= 5buah

4.3.3 Analisis Rencana Penggantian Beban Lampu Terpasang sebagai Peluang Penghematan Energi

Karena dalam pengukuran kuat penerangan, hasil yang diperoleh masih dibawah standar rekomendasi SNI 03-6575-2001, maka penulis merekomendasikan penggantian jenis beban lampu dengan lampu hemat energi. Contoh perhitungan konsumsi energi akan dilakukan pada **ruang kelas D002**:

Data lampu terpasang = 3x Master TLD super 80 18w

Energy consumption/1000h = 22 kWh (data spesifikasi)

Rata-rata jam operasional/hari = 10 jam/hari

Konsumsi energi dalam 1 hari = 0,22 kWh (1 lampu)

Total hari kerja selama 1 tahun = 168 hari (kalender pendidikan UMY)

Konsumsi energi dalam 1 tahun = 3 x 8 x 0,22 x 168 = 887,04 kWh

Kemudian akan diganti lampu 3 x Master TL HE eco 14w:

Data *energy consumption/1000h* = 14 kWh (data spesifikasi)

Rata-rata jam operasional/hari = 10 jam/hari

Konsumsi energi dalam 1 hari = 0,14 kWh (1 lampu)

Total hari kerja selam 1 tahun = 168 hari (kalender pendidikan UMY)

Konsumsi energi dalam 1 tahun = 3 x 8 x 0,14 x 168 = 564,48 kWh

Tabel 4.27 Konsumsi Energi Beban Lampu terpasang Lantai Dasar

Lantai Dasar	Konsumsi Energi beban Lampu (per tahun)	
	Sebelum penggantian lampu	Sesudah penggantian lampu
Ruang D 001	1108,8	493,92
Ruang D 002	887,04	564,48
Ruang D 003	887,04	493,92
Ruang D 004	887,04	564,48
Ruang D 005	887,04	564,48
Ruang D 006	887,04	564,48
Ruang D 007	887,04	564,48
Ruang D 008	887,04	564,48
Ruang D 009	887,04	564,48
Ruang D 010	887,04	493,92
Ruang D 011	887,04	564,48
Ruang D 012	1108,8	493,92
Hall depan	387,072	200,928
Hall belakang	1552,32	371,28
Toilet P	210	285,6
Toilet W	210	285,6
TOTAL (kWh)	13447,392	7634,928

Dari tabel 4.27 diatas diperoleh hasil sebelum dan sesudah penggantian beban lampu, dimana diperoleh selisih total nilai kWh sebesar 5812,464 kWh. Artinya potensi penghematan diperoleh sebesar 5812,464 kWh atau 43,22% dari total kWh sebelum penggantian beban lampu.

Tabel 4.28 Konsumsi Energi Beban Lampu terpasang Lantai Satu

Lantai Satu	Konsumsi Energi beban Lampu (per tahun)	
	Sebelum penggantian lampu	Sesudah penggantian lampu
Ruang D 101	887,04	564,48
Ruang D 102	887,04	493,92
Ruang D 103	887,04	564,48
Ruang D 104	887,04	564,48
Ruang D 105	887,04	564,48
Ruang D 106	887,04	493,92
Ruang D 107	887,04	493,92
Ruang D 108	887,04	564,48
Ruang D 109	887,04	564,48
Ruang D 110	887,04	564,48
Ruang D 111	887,04	493,92
Ruang D 112	887,04	564,48
Hall depan	151,2	104,832
Hall tengah	1955,52	480,48
Hall belakang	1955,52	393,12
Toilet P	210	285,6
Toilet W	210	285,6
TOTAL kWh	15126,72	8041,152

Pada tabel 4.28 dapat diketahui selisih perbandingan kWh sebelum dan sesudah penggantian beban lampu sebesar 7085,2 kWh atau 46,83% dari total kWh sebelum penggantian beban lampu.

Tabel 4.29 Konsumsi Energi Beban Lampu terpasang Lantai Dua

Lantai Dua	Konsumsi Energi beban Lampu (per tahun)	
	Sebelum penggantian lampu	Sesudah penggantian lampu
Pimpinan LP3M	236,544	150,528
sidang LP3M	266,112	169,344
Staff LP3M	1774,08	1128,96
front office	709,632	451,584
Arsip LP3M	709,632	451,584
R belajar LP3M	975,744	620,928
Library	2306,304	1467,648
Foto copy	96,768	69,888
SAC	709,632	451,584
PSM	1419,264	903,168
sentra HKI UMY	975,744	620,928
Warung Prancis	1064,448	677,376
American corner	1064,448	677,376
R kepala	118,272	75,264
Toilet P	210	285,6
Toilet W	210	285,6
TOTAL kWh	12846,624	8487,36

Perbandingan selisih kWh total sebelum dan sesudah penggantian beban lampu pada tabel 4.29, diperoleh selisih hasil sebesar 4359,264 kWh atau diperoleh potensi penghematan sebesar 33,93%.

Tabel 4.30 Konsumsi Energi Beban Lampu terpasang Lantai Tiga

Lantai Tiga	Konsumsi Energi beban Lampu (per tahun)	
	Sebelum penggantian lampu	Sesudah penggantian lampu
Perpus	12483,072	6889,344
Muh corner	1300,992	827,904
Ruang Referensi	975,744	620,928
Kantor & R sidang 1	1064,448	790,272
Kantor & R sidang 2	1064,448	677,376
R kepala	118,272	225,792
Hall	1955,52	524,16
Toilet P	210	285,6
Toilet W	210	285,6
TOTAL kWh	19382,496	11126,976

Sedangkan untuk tabel 4.30 lantai 3. Selisih perbandingan kWh total beban lampu sebelum dan sesudah penggantian beban lampu sebesar 8255,52 kWh atau 42,59% dari total kWh sebelum penggantian.

Tabel 4.31 Konsumsi Energi Beban Lampu terpasang Lantai Empat

Lantai Empat	Konsumsi Energi beban Lampu (per tahun)	
	Sebelum penggantian lampu	Sesudah penggantian lampu
Hall	2177,28	436,8
instructur ppb	1330,56	846,72
Laboratorium 1	997,92	564,48
Laboratorium 2	997,92	564,48
R kuliah ppb 1	665,28	423,36

Lantai Empat	Konsumsi Energi beban Lampu (per tahun)	
	Sebelum penggantian lampu	Sesudah penggantian lampu
R kuliah ppb 2	739,20	423,36
R kuliah ppb 3	665,28	423,36
R kuliah ppb 4	665,28	423,36
R kuliah ppb 5	665,28	423,36
R kuliah ppb 6	665,28	423,36
R kuliah ppb 7	665,28	423,36
Head office ppb	362,88	493,92
Toilet P	210	285,6
Toilet W	210	285,6
TOTAL kWh	11017,44	6441,12

Pada tabel 4.31 diperoleh hasil total kWh sebelum dan sesudah penggantian sebesar 11017,44 kWh dan 6441,12 kWh. Selisih perbandingan keduanya sebesar 4576,32 kWh. Atau 41,53% dari kWh total sebelum penggantian.

Dari hasil analisis yang diperoleh, total kWh beban lampu selama satu tahun kalender UMY di gedung D sebelum dan sesudah penggantian beban lampu adalah sebagai berikut:

Total kWh sebelum penggantian lampu:

$$\begin{aligned}
 \text{Total kWh} &= \text{kWh lt. Dasar} + \text{kWh lt.1} + \text{kWh lt.2} + \text{kWh lt.3} + \text{kWh lt.4} \\
 &= 13447,392 + 15126,72 + 12846,624 + 19382,496 + 11017,44 \\
 &= 71820,672 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

Total kWh setelah penggantian lampu:

$$\begin{aligned}\text{Total kWh} &= \text{kWh lt. Dasar} + \text{kWh lt.1} + \text{kWh lt.2} + \text{kWh lt.3} + \text{kWh lt.4} \\ &= 7634,928 + 8041,152 + 12695,424 + 11126,97 + 6441,12 \\ &= 41731,536 \text{ kWh}\end{aligned}$$

4.4 Analisis Perbaikan Intensitas Konsumsi Energi Gedung D

Diketahui pada sub bab 4.1 mengenai Analisis Intensitas Konsumsi Energi, didapatkan hasil nilai IKE gedung D sebesar 291,45 kWh/m² per tahun. Setelah dilakukan audit pada sistem pencahayaan, diperoleh total kWh beban lampu setelah dilakukan penggantian sebesar 41731,536 kWh, yang sebelumnya sebesar 71266,272 kWh.

Jadi nilai IKE gedung D sekarang diperoleh dari menghitung kWh total (sekarang) yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned}&= \text{kWh total} - \text{kWh beban lampu (sebelum penggantian)} + \text{kWh beban lampu} \\ &\quad (\text{setelah penggantian}) \\ &= 336168,336 - 71820,672 + 41731,536 \\ &= 306079,2 \text{ kWh}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Nilai IKE (sekarang)} &= \frac{\text{kWh total (sekarang)}}{\text{Luas Bangunan}} \\ &= \frac{306079,2 \text{ kWh}}{1153,44 \text{ m}^2} = 265,36 \text{ kWh/m}^2 \text{ per tahun}\end{aligned}$$