

RETROFITTING SEBAGAI PEREDUKSI KECELAKAAN DAN PENINGKAT EFISIENSI ENERGI LISTRIK PADA GEDUNG PERKANTORAN TUA

Iyus Rusmana^{1,a}

¹. Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta, Indonesia

^a iyusrusmana@gmail.com

Abstrak

Kebakaran pada gedung perkantoran sering kali disebabkan oleh kecelakaan listrik, terutamagedung tinggi yang rata-rata berusia lebih dari 20 tahun. Hal tersebut merupakan akibat dari perubahan fungsi ruang yang tidak diimbangi dengan penyesuaian instalasi listrik yang memadai. Di samping itu, minimnya pemeliharaan turut serta memperburuk keamanan dan kualitas daya guna listrik. Untuk mengatasi hal tersebut, salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan cara retrofitting. Penelitian dilakukan melalui survey pengukuran dan observasi visual pada gedung perkantoran di Jakarta. Setelah dilakukan retrofitting tahap pertama dari hasil analisis data, dapat ditunjukkan bahwa konsumsi energi pada beban puncak dapat dihemat sampai dengan 27%. Sedangkan resiko kecelakaan listrik dapat ditekan serendah-rendahnya dengan memperbaiki sistem instalasinya

Kata kunci : Retrofitting, Kecelakaan Listrik, Efisiensi

Abstract

Fire case in office buildings mostly occurs by some electrical accidents; especially it happens in most multi-storey building with twenty years old or more. It caused by some altering room function without any proper electrical installation adjustment. Moreover, less-maintenance issue made its installation quality, electrical safety and efficiency getting worse. Those issues can generates some electrical hazard risks, and also turns out of abundant energy consumption. These problems can be resolved by retrofitting. The research was conducted in Jakarta by measuring survey and visual identification. According to the data analysis, retrofitting can reduce about 27% building power consumption at peak load and it can avoid any electrical hazards.

Key words : retrofitting, electrical hazard, efficiency

1. Pendahuluan

Pembangunan gedung-gedung, terutama gedung-gedung pemerintahan di Indonesia secara besar-besaran dimulai sejak masa pelita II dan pelita III dalam rentang waktu mulai tahun 1974 sampai dengan tahun 1984. Sebagai salah satu contoh adalah Gedung Garuda Air Line. Gedung ini selesai dibangun tahun 1986 digunakan untuk kantor Garuda Air Line, kemudian sejak tahun 2006 sampai sekarang ditempati oleh Kementerian BUMN. [2]

Sejalan dengan perkembangan jaman dan tuntutan beban kerja, maka kebutuhan fasilitas kerja dan jumlah penghuni gedung itupun sudah mengalami banyak penambahan dan perubahan fungsi ruang. Apalagi jika institusi pemakai gedung tersebut berbeda seperti halnya kasus Gedung Garuda di atas.

Karakteristik gedung lama yang dijumpai sesuai dengan hasil survey telah mengalami perubahan fungsi dan kebutuhan ruang. Pada umumnya perubahan ini tidak diikuti dengan penambahan kapasitas sistem kelistrikan secara baik dan mengikuti aturan teknis dan estetika yang berlaku, sehingga sistem instalasi tambahan, tidak memenuhi persyaratan teknis dan punya kecenderungan sebagai sumber permasalahan. Baik permasalahan keaman gedung dari kebakaran juga permasalahan pelayanan dan kinerja system. [2]

Permasalahan lain yang timbul adalah menurunnya kinerja peralatan karena umurnya sudah melewati nilai keekonomian juga minimnya perawatan, sehingga tingkat efisiensi peralatan tersebut menurun, sehingga menyebabkan pemborosan dalam pemakaian energi listrik

Keberhasilan penggunaan energy secara efisien dan keamanan gedung dari kecelakaan listrik sangat dipengaruhi oleh perilaku, kebiasaan, kedisiplinan dan kesadaran akan hemat energi. Bukan hanya itu cara efisiensi energi, cara lain diantaranya melakukan perawatan dan perbaikan pada alat-alat yang

mengonsumsi energi, menggunakan teknologi yang efisiensi energi, mengaplikasikan teknologi proses produksi di industri yang hemat energi dan lain-lain. [5]

Seiring dengan pertumbuhan ekonomi yang pesat serta bertambahnya gedung-gedung di Indonesia, penerapan efisiensi energi di gedung-gedung yang sesuai dengan standar nasional Indonesia menjadi hal yang sangat penting. Pada umumnya gedung di negara tropis seperti Indonesia paling banyak menggunakan energi untuk sistem tata udara (45-70 persen), sistem tata cahaya (10-20 persen), lift dan eskalator (2-7 persen) serta alat-alat kantor dan elektronik (2-10 persen). Gedung yang boros energi bukan hanya mahal biaya operasionalnya namun juga menghasilkan emisi gas rumah kaca yang merusak lingkungan. Tipe-tipe gedung yang masih boros energi meliputi perkantoran, gedung pemerintah, pusat perbelanjaan, fasilitas pendidikan, fasilitas kesehatan dan perhotelan.[3]

Kebijakan pemerintah mengenai efisiensi pemanfaatan energi dan sertifikasi layak fungsi terkait dengan keamanan fungsi gedung telah diterbitkan berbagai peraturan dan standardisasi, sebagai contoh adalah :

1. Undang-undang No.28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung
2. Undang-Undang (UU) nomor 30 tahun 2007 tentang Energi
3. Peraturan Pemerintah nomor 70 tahun 2009 tentang Konservasi Energi
4. Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral nomor 13 tahun 2012 tentang Penghematan Pemakaian Tenaga Listrik
5. Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral nomor 14 tahun 2012 tentang Manajemen Energi
6. Keputusan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 10/KPTS/2000 tentang Ketentuan Teknis Pengamanan Terhadap Bahaya Kebakaran
7. SNI 03-6390-2000 tentang Konservasi Energi Sistem Tata Udara pada Bangunan Gedung
8. SNI 6196-2011 tentang Prosedur Audit Energi pada bangunan Gedung

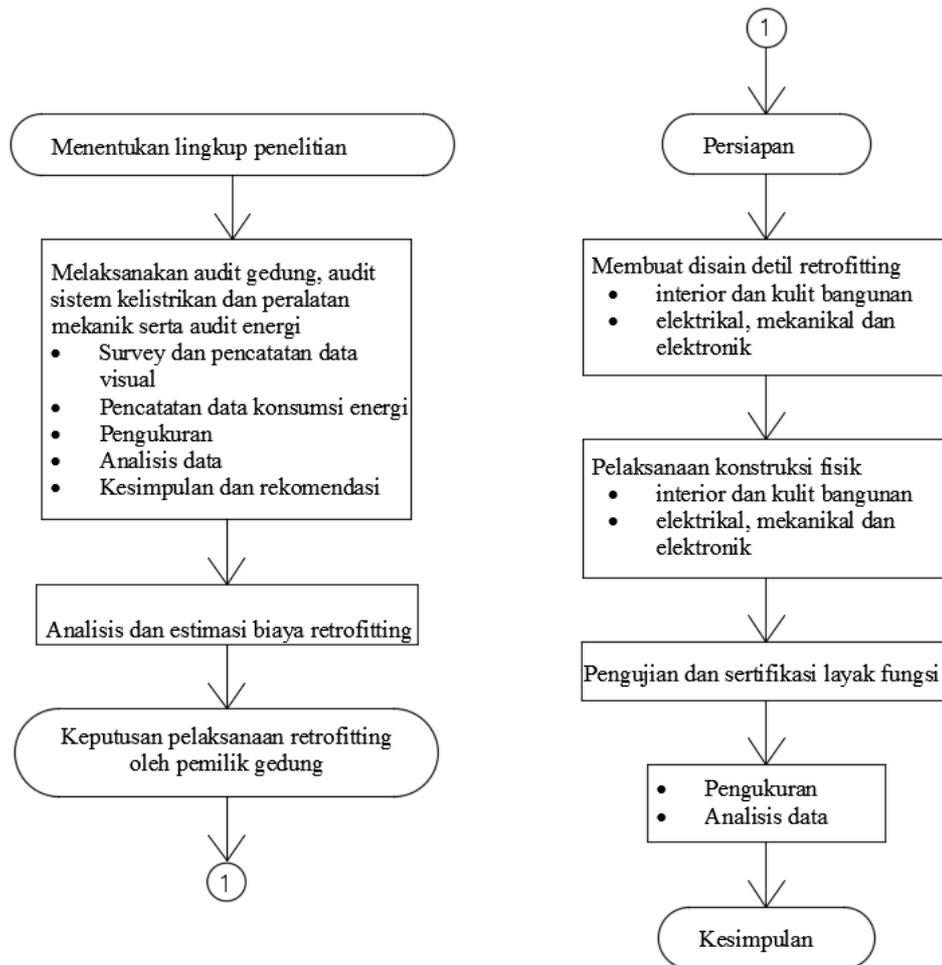
Beberapa langkah utama untuk meningkatkan efisiensi energi di gedung di antaranya melalui kegiatan audit energi gedung yang bertujuan untuk mengidentifikasi secara keseluruhan masalah-masalah efisiensi energi, tingkat keamanan, kenyamanan dan produktifitas gedung lalu memperbaikinya dengan cara *retrofitting*.

Peningkatan performa gedung difokuskan pada perbaikan sistem dan instalasi dalam gedung, sistem operasional dan pemeliharaan gedung serta dibentuknya organisasi manajemen energi gedung. Langkah-langkah singkat yang umumnya sering dilakukan yaitu melalui :

1. Cara pertama, *retrofitting* gedung yaitu merupakan proses merombak ulang sebuah bangunan, atau sebagian dari bangunan yang telah dibangun, guna memaksimalkan performa gedung. Proses ini meliputi analisa kondisi gedung pada saat ini dan implementasi solusi-solusi yang memungkinkan gedung untuk beroperasi secara maksimal. *Retrofitting* ini juga meliputi beberapa pendekatan terintegrasi yang terdiri dari ilmu-ilmu yang berbeda seperti arsitektur, struktur gedung dapat dirombak agar lebih efisien misalnya dalam pemanfaatan cahaya alami, selain itu penempatan dinding yang strategis, langit cahaya alami di dalam ruangan. Sementara dari segi mekanikal dan elektrikal, teknologi seperti sensor *presence sensor* dan stabilitasi voltase pada gedung dapat membantu mengurangi konsumsi energi. Sedangkan dari segi desain interior, penempatan furnitur dan pemilihan bahan bangunan juga mempengaruhi tingkat kenyamanan penggunaan gedung.
2. Cara kedua, agar hemat energi gedung harus memiliki sistem operasional dan peralatan yang juga hemat energi misalnya sistem *HVAC (Heating, Ventilating and Air Conditioning)* yang efisien, pencahayaan alami yang maksimal serta peralatan yang hemat energi. Bangunan sebagai suatu sistem terkait dengan masalah yang berhubungan dengan perencanaan arsitektur, struktur, utilitas, yang berhubungan dengan beberapa aspek teknis seperti aspek keamanan dan keselamatan, kenyamanan, kemudahan dan kesehatan.

3. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan langkah-langkah seperti pada Gambar 1



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.1. Objek penelitian

Sebagai sampel, penelitian dilaksanakan di gedung Kementerian BUMN, yang dulunya adalah gedung Garuda Air Line yang beralamat di Jl. Medan Merdeka Selatan 13 Gambir - Jakarta Pusat.

2.2. Metoda pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan dengan pengukuran langsung dan observasi visual dilokasi serta studi literatur untuk mendapatkan data pendukung, sebagai data sekunder

2.3. Peralatan

Peralatan yang digunakan terdiri dari

- Tang ampere meter
- *Insulation Resistant Meter*
- *Grounding Resistant Meter*
- Thermo graphic Camera (thermal imaging camera)
- Komputer

3. Hasil dan Analisis

Data pengukuran diambil pada saat jam puncak, yaitu jam 11.00 s/d jam 12.00 dan jam 13.00 s/d jam 15.00 selama satu minggu berturut-turut, baik sebelum dilakukan retrofitting maupun sesudah *retrofitting*. Data diambil untuk beban puncak yang paling tinggi pada rentang jam tersebut di atas

3.1. Data gedung

- i. Gedung Kementerian Negara BUMN semula adalah gedung Garuda Indonesia yang diakuisisi

melalui perjanjian pengikatan jual-beli tanah dan bangunan nomor PRJ-08/S.MBU/2007 dan DS/PERJ/DZ-3254/2007.

- ii. Gedung Garuda memiliki luas tanah dan bangunan masing-masing seluas $\pm 17.790 \text{ m}^2$ dan seluas $\pm 39.066,80 \text{ m}^2$

Rincian bangunan tersebut terdiri dari:

- Bangunan utama 22 lantai seluas $\pm 29.026,80 \text{ m}^2$.
- Bangunan tambahan (annex) 3 lantai seluas $\pm 2.620,00 \text{ m}^2$
- Basement seluas $\pm 3.920,00 \text{ m}^2$
- Plaza seluas $\pm 3.500,00 \text{ m}^2$

3.2. Pelaksanaan *retrofitting*

- i. Pelaksanaan *retrofitting* dilaksanakan dalam tiga tahap, disesuaikan dengan anggaran
- ii. Tahapan *retrofitting*
 1. Melaksanakan audit energi
 2. Membuat disain untuk *retrofitting* arsitektural baik interior maupun kulit bangunan
 3. Membuat disain untuk *retrofitting* elektrikal dan mekanikal
 4. Melaksanakan kegiatan *retrofitting* fisik dan peralatan
 5. Melaksanakan *test commissioning*, uji layak fungsi
- iii. Pelaksanaan *retrofitting* tahap 1
 - baru dilakukan pada system HVAC
 - *retrofitting* instalasi dari lantai 14 s/d lantai 22 ditambah lantai dasar
 - menambahkan peralatan otomasi
 - sensor temperature ruang,
 - sensor kelembaban udara ruang,
 - *duct pressure sensor*
 - *variable air volume*
 - *variable speed drive* pada *Air Handling Unit* dan Pompa Chiller
 - *presence sensor*
 - *lux sensor*
 - *Table Point*. Tabel ini menunjukkan seberapa banyak jenis sensor dan actuator yang diperlukan, serta berapa banyak kendali digital dan kendali analog yang harus mendukungnya.

Tabel 1. *Point System* Otomasi Digital

No	KETERANGAN	JUMLAH POINT	DI			DO	
			TRIPP	DC	H/L	ON/OFF	S/S
1	Trip Alarm	31	31				
2	Status	31		31			
3	High/Low Level Alarm	17			17		
4	On/Off	1				1	
5	Start/Stop	250					250
6	CO Sensor	3					
7	Differential Sensor	230					
8	Child Water Differential Pressure (supply-return)	1					
9	Pressure Sensor	9					
10	% Valve opening monitor+ battery alarm	209					
11	Temperature Sensor	243					
12	Water Flow meter (MOD BUS)	9					
13	Energi Meter	8					
14	Motorized Valve	208					
15	Variable Speed Drive Control	17					
JUMLAH PERALATAN AUTOMASI DAN PENCATATAN			31	31	17	1	250
			79			251	

Tabel 2. Table Point Sistem Otomasi Analog

No	KETERANGAN	JUMLAH POINT	AI					AO			
			CO	DPS	PS	Volt	TS	WFM	kwh	Valve	Motor
6	CO Sensor	3	3								
7	Differential Sensor	230		230							
8	Child Water Differential Pressure (supply-return)	1		1							
9	Pressure Sensor	9			9						
10	% Valve opening monitor+ battery alarm	209				209					
11	Temperature Sensor	243				243					
12	Water Flow meter (MOD BUS)	9					9				
13	Energi Meter	8						8			
14	Motorized Valve	208							208		
15	Variable Speed Drive Control	17									17
JUMLAH PERALATAN AUTOMASI DAN PENCATATAN			3	231	9	209	243	9	8	208	17
			695					242			

Upaya penghematan energy juga dibantu dengan penambahan peralatan otomasi, baik dari jenis digital maupun analog. Secara keseluruhan dibutuhkan 330 *point digital* dan 934 *point analog*

3.3. Data pengukuran sebelum *retrofitting*

3.3.1. catu daya

Sumber daya listrik utama di catu dari PLN sedangkan *power back up* dicatu dari Genset

- Kapasitas Transformator : 2 x 1600 KVA
- Kapasitas Langganan maksimum : 3465 KVA
- Kapasitas Generator : 2 x 1300 KVA

3.3.2. Pengukuran beban listrik di LVMDP

Table 3. Hasil pengukuran beban listrik LVMDP *)

OBJEK	FASA (AMPER)			DAYA (Kva)
	R	S	T	
MPPE AC-1	680	700	660	447
MPPE AC-2	540	525	530	350
MPPN AC	785	810	780	521
MPPN AC ANEX	95	88	85	59
MPL LIGHING E	340	440	440	268
MPL LIGHING N	150	165	135	99
LIFT	350	350	350	230
Jumlah				1,974

*) LVMDP : *Low Voltage Main Distribution Panel*

3.4. Data pengukuran setelah *retrofitting*

Table 4. Hasil pengukuran beban listrik LVMDP*)

OBJEK	FASA			DAYA (Kva)
	R	S	T	
MPPE AC-1	300	280	270	186
MPPE AC-2	310	290	310	200
MPPN AC	600	690	690	434
MPPN AC ANEX	76.2	76	76.3	50
MPL LIGHING E	340	400	400	250
MPL LIGHING N	120	158	100	83
LIFT	350	350	350	230
Jumlah				1,434

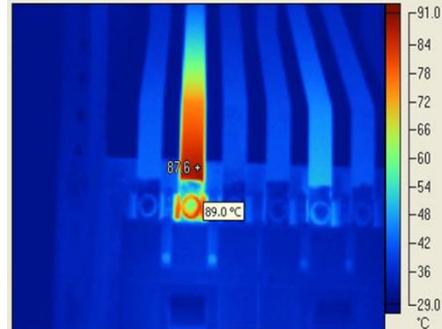
*) LVMDP : *Low Voltage Main Distribution Panel*

3.5. Pengukuran dengan *thermal imaging camera*

Berikut adalah sebagian data pengukuran dengan menggunakan Thermal Imaging Camera



Gambar 2. *Capacitor Bank Over Heat*



Gambar 3. *Out Going Panel Over Heat*

Gambar 2 dan Gambar 3 menunjukkan bahwa suhu kerja sistem sudah tidak normal. Suhu kerja normal, maksimal 40 derajat Celcius. Dengan kondisi tersebut sangat memungkinkan terjadi kebakaran, apalagi Capacitor dalam kondisi kritis dan hampir meledak.

3.6. Observasi visual sebelum *retrofitting*

Berikut adalah sebagian data dari hasil survey visual



Gambar 4 Ruang berubah fungsi dan penambahan Peralatan

Gambar 4. menunjukkan perubahan fungsi ruang lobi tamu menjadi ruang administrasi perkantoran. Dengan perubahan fungsi tersebut ada penambahan perangkat perkantoran, diantaranya adalah komputer



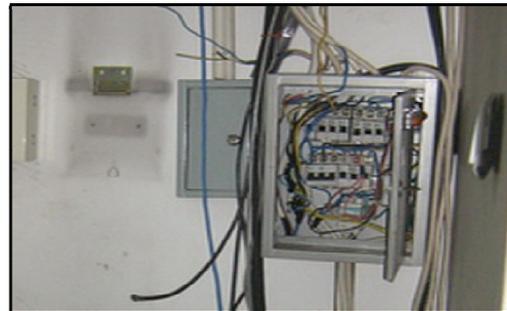
Gambar 5: Medium Voltage Distribution Panel (MVDP)

Dari gambar 5 terlihat bahwa:

- Semua indicator dan alat ukur tidak bekerja
- Pintu dapat dibuka dengan mudah padahal system sedang bekerja dan bertegangan
- Slot ON/OFF di out going 20 KV ke trafo 2 sudah aus sehingga tidak bisa dioperasikan
- Informasi dari petugas, pernah ada kejadian kecelakaan terbakar karena percikan bunga api saat mengoperasikan sistem [2]
- Sangat berpotensi terjadi kecelakaan listrik [4]



Gambar 6.: Salah satu ruang panel



Gambar 7. Panel beban

Gambar 6 dan gambar 7, memperlihatkan kondisi instalasi listrik yang tidak memenuhi standar instalasi sehingga menjadi sangat tidak aman dan dapat menyebabkan kecelakaan listrik.



(a)



(b)

Gambar 8. Panel tanpa Pelindung Sentuhan Langsung dan dioperasikan secara manual.

Gambar 8, menunjukkan panel beban yang dioperasikan langsung secara manual, sementara panel beban tersebut tidak dilengkapi dengan tutup pengaman sentuh langsung. Kondisi ini sangat beresiko terjadi kecelakaan listrik.



Gambar 9. Profil Pompa *Chiller* eksisting



Gambar 10. Profil Pompa *Booster* eksisting

Gambar 9 dan gambar 10 memperlihatkan profil pompa eksisting yang dibongkar setelah diukur daya gunanya. Daya guna pompa jauh menurun dibandingkan dengan name plate nya.

- Rumah impeler pompa penuh karat
- Ukuran impeler berkurang
- Kemampuan pompa menurun
- Efisiensi rendah

3.7. Panel Listrik Pasca *Retrofitting*



Gambar 11. Medium Voltage Distribution Panel (MVD) setelah *retrofitting*

Gambar 11 menunjukan Medium Voltage Distribution Panel yang sudah dilakukan *retrofitting*. Panel 20 kV yang tadinya menggunakan OCB (Oil Circuit Breaker) digantikan dengan SF6 Circuit Breaker. Selain system lebih aman dan mudah dioperasikan juga dimensinya lebih kecil dan ringkas



Gambar 12. (a) Ruang Panel dan (b) Panel Distribusi setelah *Retrofitting*

Gambar 12 adalah ruang panel dan panel distribusi yang sudah dilakukan *retrofitting*. Distribusi beban diatur ulang serta diseimbangkan sehingga beberapa panel distribusi yang sebelumnya merupakan panel tambahan di luar rancangan awal bisa diintegrasikan ke dalam satu panel menjadi lebih rapih dan aman dari kecelakaan listrik



Gambar 13. Penutup *Acrylic* sebagai pengaman tambahan untuk mencegah kecelakaan sentuhlangsung

Gambar 13, panel-panel dilengkapi dengan penutup acrylic yang bertujuan untuk mencegah terjadinya sentuh langsung sehingga kecelakaan listrik dapat dihindarkan

3.8. Perhitungan Efisiensi

Konsumsi daya sebelum <i>retrofitting</i>	=	1.974 kVA
Konsumsi daya setelah <i>retrofitting</i>	=	1.434 kVA
Pengurangan konsumsi daya	=	540 kVA
	=	27 %

4. Kesimpulan

1. Dengan melakukan *retrofitting* dapat dipastikan bahwa kecelakaan listrik dan pemborosan energi listrik dari segi teknis dapat dihindari. Setelah dilaksanakan *retrofitting* tahap 1, didapatkan efisiensi konsumsi daya listrik pada beban puncak sebesar 27%.
2. Pelaksanaan *retrofitting* secara menyeluruh dapat mempertinggi efisiensi pemakaian daya listrik dan menurunkan sambungan langganan ke PLN sesuai dengan kebutuhan beban puncaknya.

5. Daftar Pustaka

- [1] Arkonin. Laporan Perencanaan Renovasi Gedung Kementrian BUMN. Jakarta. 2012
- [2] Arkonin. Laporan Survey Gedung-gedung Kementerian Republik Indonesia, Jakarta, 2009
- [3] Admin. Pemborosan Energi 80 Persen Faktor Manusia. <http://www.esdm.go.id/berita/39-listrik/4448-pemborosan-energi-80-persen-faktor-manusia>, diakses tanggal 03 Mei 2016
- [4] Badan Standardisasi Nasional. SNI 04-0225-2000, SNI 0225:2011/Amd 1. Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (Amandemen 1), Jakarta . 2011.
- [5] Richard Paradise. Retrofitting Existing Buildings to Improve Sustainability and Energy Performance. National Institute of Building Sciences, Vermont Avenue, Washington. 2012
- [6] Wayne C. Turner. Energy Management Handbook. The Fairmont Press, Inc. Lilburn, Georgia. 2004