

PANDUAN PENGGUNA BANGUNAN GEDUNG HIJAU JAKARTA  
Berdasarkan Peraturan Gubernur No. 38/2012

VOL. 4

# SISTEM LISTRIK & TRANSPORTASI VERTIKAL



Pemerintah Provinsi  
DKI Jakarta

Didukung oleh:



IFC bekerjasama dengan:



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Federal Department of Economic Affairs (EDA)  
State Secretariat for Economic Affairs (SECO)



HONGARIA



## PERSYARATAN PERATURAN

### Sistem Listrik (EL)

- EL 01 Sistem Pengelolaan Bangunan yang Didinginkan dari Pusat
- EL 02 Sub-metering Energi

### Transportasi Vertikal (VT)

- VT 01 Motor VVVF untuk Eskalator
  - VT 02 Kontrol Otomatis untuk Eskalator
-



PANDUAN PENGGUNA BANGUNAN GEDUNG HIJAU JAKARTA  
VOL. 4

# SISTEM LISTRIK & TRANSPORTASI VERTIKAL

## *daftar isi*

	PENDAHULUAN	2
<b>01</b>	<b>P E R S Y A R A T A N P E R A T U R A N</b>	<b>5</b>
<b>02</b>	<b>R I N C I A N P E R S Y A R A T A N P E R A T U R A N</b>	<b>6</b>
<b>03</b>	<b>C O N T O H T E R A P A N P R A K T I S L A I N N Y A</b>	<b>10</b>
	Transformator	10
	Motor	10
	Faktor Daya	11
	Harmonik	11
	Generator	12
	Lift	12

# Sistem Listrik & Transportasi Vertikal: Pendahuluan

**Sistem tenaga listrik menyalurkan listrik yang dihasilkan dari sumber (biasanya pembangkit listrik) dan memasoknya untuk bangunan dan sistem didalamnya, seperti pencahayaan, pengkondisian udara, peralatan dan ventilasi.**

Kehilangan energi (energy losses) terjadi pada semua segmen dari sistem kelistrikan termasuk ketika menghasilkan, mengangkut, menyalurkan, dan mengkonsumsi listrik. Sementara ketiga segmen pertama berada di luar lingkup pedoman ini, kehilangan energi selama proses konsumsi listrik dalam bangunan sangat menguras sumber daya dan biaya operasional.

Sebagian besar kehilangan karena konsumsi (consumption losses) disebabkan oleh penggunaan peralatan atau sistem hemat energi pada saat tidak diperlukan. Sebagai contoh, sangat sering terjadi lampu dan sistem pengkondisian udara dibiarkan tetap hidup dalam ruangan kosong. Otomatisasi pengendalian sistem dengan mematikan sebagian atau semua yang tidak diperlukan bisa menjadi langkah penghematan energi yang signifikan.

Salah satu hambatan besar bagi penghematan energi dalam bangunan yang besar adalah kurangnya informasi tentang energi yang dikonsumsi oleh berbagai sistem, seperti pencahayaan, pengkondisian udara dan lift di dalam gedung. Informasi ini dapat memberikan gambaran pada manajer bangunan tentang pola dan perilaku konsumsi, dan membantu mengidentifikasi pemborosan energi dan air dengan cepat.

Hingga beberapa dekade yang lalu, seluruh energi yang digunakan untuk transportasi dalam bangunan dihasilkan oleh manusia. Namun, dengan semakin meningkatnya tinggi bangunan dan tuntutan terhadap kenyamanan, sistem transportasi mekanis menjadi persyaratan umum pada sebagian besar bangunan tinggi. Dengan meningkatnya kepadatan perkotaan di kota-kota Indonesia, ketinggian rata-rata bangunan diperkirakan akan terus naik, yang menyebabkan peningkatan dalam

penggunaan lift dan eskalator. Lift dan eskalator bisa mengkonsumsi banyak energi, tergantung dari perancangan, pemasangan dan pengoperasiannya. Menurut perkiraan, transportasi vertical menghabiskan 3% sampai 8% dari seluruh konsumsi energi pada rata-rata bangunan komersial. Dalam beberapa kasus konsumsi energi untuk transportasi vertikal bisa mencapai hingga 15%.<sup>1</sup>

Bangunan-bangunan dengan ketinggian sekitar lima sampai tujuh lantai biasanya menggunakan lift hidrolik karena biaya awal yang lebih rendah. Bangunan bertingkat menengah biasanya menggunakan lift traksi dengan motor roda gigi (geared motors), sedangkan bangunan bertingkat tinggi biasanya menggunakan sistem tanpa roda gigi (gearless systems) yang langsung menggerakkan sheave. Komponen penggunaan energi termasuk motor dan kontrol serta sistem pencahayaan dan ventilasi kabin lift.<sup>2</sup>

G A M B A R . 0 1



**Hidrolik** Jenis lift ini menggunakan silinder hidrolik untuk menggerakkan kabin lift. Sebuah motor listrik menggerakkan pompa yang menekan cairan masuk ke dalam silinder yang menggerakkan kabin lift naik. Ketika menurun, sebuah katup listrik terbuka dan cairan keluar (perlahan-lahan) dari silinder ke dalam tangki; Lift hidrolik tersedia sampai dengan kecepatan 1 m/d. Tinggi maksimum untuk jenis lift ini adalah sekitar 18m, sehingga biasanya hanya digunakan untuk bangunan bertingkat rendah. Lift hidrolik kurang efisien jika dibandingkan dengan lift traksi yang digunakan pada bangunan tinggi.

**Lift Traksi: Dengan roda gigi dan Tanpa roda gigi (penggerak langsung - direct drive)**

Lift dengan roda gigi (geared) menggunakan persneling reduksi antara motor dan sheave untuk mengurangi kecepatan kabin lift, sementara lift tanpa roda gigi (gearless) menggunakan sheave yang secara langsung digabungkan dengan motor.

<sup>1</sup> ISR-University of Coimbra (Portugal) with ELA (Europe); ENEA (Italy); FhG-ISI (Germany); KAPE (Poland). 2010. Energy Efficient Elevators and Escalators (Lift dan Eskalator Hemat Energi). (<http://www.e4project.eu/documenti/wp6/E4-WP6-Brochure.pdf>)

Bailey, Sasha. 2010. Elevating Elevator's Energy Efficiency and Performance (Mengangkat Kinerja dan Penghematan Energi Lift). ([http://www.thyssenkruppelevator.com/downloads/EW\\_Energy\\_Efficiency\\_Byline.pdf](http://www.thyssenkruppelevator.com/downloads/EW_Energy_Efficiency_Byline.pdf))

<sup>2</sup> Commercial Energy Service Network. 2010. Commercial Buildings Energy Modeling Guidelines and Procedures (Pedoman dan Prosedur Pemodelan Energi Bangunan Komersial). ([http://www.comnet.org/sites/default/files/images/100813\\_COMNET\\_Final\\_PDF\\_Only.pdf](http://www.comnet.org/sites/default/files/images/100813_COMNET_Final_PDF_Only.pdf))

TABEL 01

## Perbandingan Beberapa Jenis Lift Berbeda

JENIS LIFT	APLIKASI KHAS	KELEBIHAN	KEKURANGAN
Hidrolik	Ketinggian rendah 2-6 lantai	Biaya rendah	Lambat Penggunaan energi tinggi Masalah pemeliharaan
Traksi dengan Roda Gigi	Ketinggian sedang 3-25 lantai	Biaya rendah aplikasi	Cepat Konsumsi energi
Traction Machine Room-less	Ketinggian rendah-sedang 2-10 lantai	Pemasangan mudah Menghemat energi	Biaya lebih tinggi dibandingkan hidrolik
Traksi tanpa Roda Gigi (penggerak langsung)	Ketinggian tinggi lebih dari 25 lantai	Menghemat energi Kecepatan tinggi	Biaya paling tinggi

Konsumsi energi pada saat lift tidak digunakan (stand by mode) berkisar antara 4,2% hingga 90,3% (257 kWh/th hingga 6001 kWh/th). Pada eskalator persentasenya adalah 1,3% hingga 54,25% (112 hingga 3017 kWh/tahun).<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Patrao, Carlos; Fong Joao; Rivet, Luc; Almeida, Anibal de. Energy Efficient Elevators and Escalators (Lift dan Eskalator Hemat Energi). ([http://www.eceee.org/conference\\_proceedings/eceee/2009/Panel\\_4/4.037/presentation](http://www.eceee.org/conference_proceedings/eceee/2009/Panel_4/4.037/presentation))

# 01 *persyaratan peraturan*

## MENGACU PADA PASAL 12 DAN 13

- 1 Persyaratan Peraturan 1**

Semua bangunan dengan sistem pengkondisian udara terpusat, kecuali bangunan pendidikan harus dilengkapi dengan Sistem Pengelolaan Gedung (Building Management System - BMS) untuk mengontrol VSD, sistem VAV, Chiller dan pompa terkait.
- 2 Persyaratan Peraturan 2**

Untuk setiap kelompok energi di gedung yang memiliki beban lebih tinggi dari 100 KVA, harus disediakan sub-meteran energi. Data energi untuk tiap kelompok sub-meter harus dicatat secara otomatis.
- 3 Persyaratan Peraturan 3**

Semua lift penumpang dengan kecepatan di atas 60 meter/menit harus dilengkapi dengan motor induksi arus bolak-balik (AC) dengan pengendali Variable Voltage Variable Frequency (VVVF) seperti yang dijelaskan di bagian 6.1.1 dari SNI 03-6573 2001.
- 4 Persyaratan Peraturan 4**

Semua eskalator harus dilengkapi dengan pengendali untuk mengurangi kecepatan atau berhenti ketika tidak ada lalu lintas yang terdeteksi. Pengendali ini harus dilakukan melalui sensor penumpang yang ditempatkan secara sesuai di tempat mendarat (landing platform) sebelah atas dan bawah.

# 02 *rincian persyaratan peraturan*

## P E R S Y A R A T A N P E R A T U R A N 1

Semua bangunan dengan pendinginan secara terpusat, kecuali bangunan pendidikan harus dilengkapi dengan Sistem Pengelolaan Gedung (Building Management System - BMS) untuk mengontrol VSD, sistem VAV, chiller, dan pompa terkait.

Sistem Pengelolaan Gedung juga dikenal dengan istilah “Sistem Otomisasi dan Kontrol Gedung” dan “Sistem Pengelolaan Energi” adalah sebuah sistem untuk mengontrol peralatan yang mengkonsumsi energi di gedung secara efisien dalam rangka penghematan energi. Sistem ini biasanya memiliki komputer pusat, pengendali pendistribusian yang dapat diprogram dan sistem komunikasi digital.

BMS umumnya hanya dipasang di gedung-gedung besar (biasanya di atas 10.000 m<sup>2</sup>) dan dapat memantau, mengendalikan dan mengoptimalkan peralatan sebagai berikut:

- Peralatan HVAC: chillers, Air Handling Units (AHU), Roof-top Units (RTU), Variable Air Volume boxes, VAV) dll.
- Peralatan listrik: pencahayaan, audio visual, keamanan/kartu akses, hiburan, alarm kebakaran, dll.

Cara terbaik menghemat energi dengan menggunakan sistem ini adalah mematikan sistem jika tidak diperlukan melalui jadwal atau sensor. Untuk mengendalikan peralatan HVAC, biasanya digunakan sensor suhu dan okupansi. Sensor foto/cahaya sering digunakan untuk mengontrol sistem pencahayaan.

Penghematan energi rata-rata sebesar 5% hingga 15% dengan pengembalian modal (paybacks) antara 8 hingga 10 tahun telah ditunjukkan dalam sebuah penelitian yang dilakukan oleh Departemen Energi AS.<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Brambley, M.R; Haves, P; McDonald, S.C; Torcellini, P; Hansen, D; Holmberg, Roth, K.W. 2005. Advanced Sensors and Controls for Building Applications: Market Assessment and Potential (Sensor dan Kontrol Lanjutan bagi Aplikasi Bangunan: Penilaian dan Potensi Pasar), R&D Pathways. ([http://apps1.eere.energy.gov/buildings/publications/pdfs/corporate/pnnl-15149\\_market\\_assessment.pdf](http://apps1.eere.energy.gov/buildings/publications/pdfs/corporate/pnnl-15149_market_assessment.pdf))

Kelompok peralatan gedung yang memiliki beban lebih tinggi daripada 100 KVA, harus memiliki sub-meter energi yang terpisah. Data energi untuk tiap sub-meter harus dicatat secara otomatis.

Biasanya, golongan daya listrik yang memenuhi kriteria ini adalah chiller, AHU, dan lift.

Meteran adalah perangkat pengukuran fisik yang mengukur dan merekam penggunaan sumber daya, seperti konsumsi energi atau air. Seringkali hanya satu meteran disediakan untuk seluruh bangunan. Sub-meteran dirancang untuk mengukur konsumsi energi bagi penggunaan akhir yang spesifik, seperti pencahayaan atau beban steker, atau bahkan bagian-bagian tertentu dari bangunan.

Sub-meteran dapat memberikan gambaran yang sangat bermanfaat untuk menangani persoalan operasional dan pemeliharaan, perilaku penghuni, kinerja peralatan yang terpasang, dan verifikasi pemasangan teknologi penghematan. Namun, sub-meteran sendiri tidak menghemat konsumsi energi.

Pendekatan pengelolaan gedung yang inovatif serta teknologi baru biasanya diperlukan untuk merealisasikan penghematan energi. Mengintegrasikan sub-meteran dengan sistem otomatisasi bangunan (Building Automation System - BAS) dapat memperlancar upaya pengelolaan energi.

<http://www.bfrl.nist.gov/buildingtechnology/documents/SubmeteringEnergyWaterUsageOct2011.pdf>

Sebuah laporan rinci tentang sub-meteran energi dan air tersedia di: **Submetering of Building Energy and Water Usage Analysis and Recommendations of the Subcommittee on Buildings Technology Research and Development. 2011, By National Science and Technology Council Committee on Technology ; Subcommittee on Buildings Technology Research and Development.**

Bangunan yang dirancang secara efisien masih bisa menggunakan banyak energi dan sumber daya air jika penghuni tidak menggunakannya secara efisien. Memotivasi penghuni untuk secara proaktif berpartisipasi dalam upaya penghematan energi dan air membutuhkan perencanaan yang matang dan dukungan yang kuat.

[http://www.betterbricks.com/graphics/assets/documents/MotivatingSuccess\\_Final.pdf](http://www.betterbricks.com/graphics/assets/documents/MotivatingSuccess_Final.pdf)

Beberapa ide dalam mempengaruhi perilaku penghuni ditemukan di sini: **The High Performance Potfolio: Motivating and Rewarding Success by Betterbricks, Bottom Line Thinking on Energy.**

## P E R S Y A R A T A N P E R A T U R A N 3

Semua lift penumpang dengan kecepatan di atas 60 meter/menit harus dilengkapi dengan motor induksi arus bolak-balik (AC) dengan pengendali Variable Voltage Variable Frequency (VVVF) seperti yang dijelaskan di bagian 6.1.1 dari SNI 03-6573 2001.

Pengendalian oleh VVVF mengatur tegangan input dan frekuensi ke motor sepanjang perjalanan. Variasi arus listrik yang diambil oleh motor penggerak lift yang berbeda selama perjalanan kabin lift, mengendalikan kecepatan lift terutama pada awal dan akhir. Penggerak VVVF mengambil arus jauh lebih sedikit selama percepatan dan perlambatan daripada penggerak biasa.

Jika motor hidrolik yang digunakan, lihat bagian tentang “Contoh Terapan Praktis Lainnya” dalam dokumen ini untuk menurunkan konsumsi energi.

Variasi penggerak kecepatan (Variable speed drives) dapat mengurangi arus untuk menghidupkan motor sebanyak 80% dibandingkan dengan motor penggerak konvensional. Di samping itu, keausan peralatan juga dapat ditekan akibat proses menghidupkan/mematikan motor dengan menggunakan penggerak motor VVVF.<sup>5</sup>

Karena lift hidrolik tersedia sampai dengan kecepatan 60 meter/menit (1m/d) persyaratan ini biasanya tidak berlaku untuk tipe lift idrolik.

## P E R S Y A R A T A N P E R A T U R A N 4

Semua eskalator harus dilengkapi dengan pengendali untuk mengurangi kecepatan atau berhenti ketika tidak digunakan orang. Pengendalian ini harus dilakukan melalui sensor penumpang yang ditempatkan di tempat mendarat (landing platform) sebelah atas dan bawah.

Di dalam aplikasi eskalator, pengendali VVVF dapat digabungkan dengan pengendali otomatis untuk memulai/berhenti atau pengendali dua kecepatan otomatis untuk merubah kecepatan eskalator sesuai dengan arus penumpang. Pengoperasian jenis eskalator ini ditentukan oleh ada atau tidak adanya penumpang; maka energi dapat dihemat pada saat eskalator tidak bekerja. Karena pengoperasian eskalator ditentukan oleh ada atau tidak adanya penumpang, ini dikenal sebagai eskalator “layanan atas permintaan” (Service on Demand - SOD).

<sup>5</sup> HKEE Net. Variable Voltage Variable Frequency (VVVF) Controller (Pengendali Frekuensi Variabel Tegangan Variabel). ([http://ee.emsd.gov.hk/english/lift/lift\\_tech/lift\\_tech.html](http://ee.emsd.gov.hk/english/lift/lift_tech/lift_tech.html))

Pada dasarnya ada dua jenis eskalator SOD.

**a. Kontrol memulai/berhenti otomatis**

Ketika penumpang yang mendekati terdeteksi, eskalator mulai bergerak dan menyelesaikan siklus perjalanan. Eskalator akan berhenti setelah jangka waktu tertentu bila tidak ada penumpang lagi yang terdeteksi.

**b. Kontrol dua kecepatan otomatis (modus merayap - crawl mode)**

Serupa dengan pengaturan eskalator yang hidup-matinya dikendalikan secara otomatis, maka eskalator SOD kontrol dua kecepatan otomatis akan bergerak karena adanya penumpang dengan kecepatan yang telah ditentukan. Eskalator SOD dengan kontrol dua kecepatan otomatis bergerak dengan kecepatan rendah (kecepatan merayap) ketika mendeteksi tidak ada penumpang untuk jangka waktu tertentu. Kecepatan merayap biasanya ditetapkan sekitar 0,2 m/d, sedangkan kecepatan operasi adalah 0,5 m/d hingga 0,75 m/d.

Berbagai macam metodologi deteksi dapat digunakan untuk mendeteksi kehadiran penumpang, seperti detektor optik, sensor langkah, hambatan cahaya, dll. Detektor untuk memantau penumpang yang mendekat dapat diintegrasikan ke dalam sepasang tiang penginderaan yang dipasang di pintu masuk eskalator, atau dapat dijadikan satu ke dalam pegangan masuk eskalator.

Jumlah penghematan tergantung pada jenis bangunan dan pola arus penumpang. Berdasarkan pengukuran yang dilakukan oleh Electrical and Mechanical Services Department, penghematan energi dari eskalator SOD sapat mencapai 52% untuk eskalator memulai/berhenti otomatis dan 14% untuk eskalator dua kecepatan di sebuah gedung perkantoran.<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> HKEE Net. Variable Voltage Variable Frequency (Frekuensi Variabel Tegangan Variabel). ([http://ee.emsd.gov.hk/english/lift/lift\\_tech/lift\\_tech.html](http://ee.emsd.gov.hk/english/lift/lift_tech/lift_tech.html))

# 03 *contoh terapan praktis lainnya*

## 1 . T R A N S F O R M A T O R

Listrik dari pembangkit listrik didistribusikan ke lokasi bangunan gedung dalam jalur tegangan tinggi untuk mengurangi kehilangan (losses) dan biaya transmisi. Sebuah transformator step down diperlukan untuk mengurangi tegangan ke tingkat yang bisa digunakan. Kebanyakan bangunan gedung besar memiliki transformator sendiri.

Bahkan pada transformator yang paling efisien, 1-4% energi hilang dalam gulungan dan inti. Sementara tingkat kehilangan sebanding dengan arus beban, transformator yang menganggur tetap bisa kehilangan listrik. Kehilangan bisa dikurangi dengan desain transformator yang tepat. Ketika memilih transformator, kehilangan yang terjadi pada beban 50% dan beban penuh perlu dikaji.

## 2 . M O T O R

Motor mengubah listrik menjadi energi mekanik yang biasa terdapat pada kipas ventilasi, pompa, lift, dan peralatan lainnya. Sayangnya, sebagian energi hilang dalam konversi ini. Tergantung pada jenis bangunan, sejumlah porsi besar penggunaan energi dalam bangunan dialokasikan untuk menjalankan motor. Motor seperti kipas ventilasi, pompa air dingin dapat beroperasi lebih dari 5.000 jam per tahun.

Cara paling sederhana untuk menghemat energi motor adalah menggunakannya hanya bila diperlukan. Mematikan motor ketika tidak diperlukan dapat menghasilkan penghematan energi yang signifikan. Pemasangan motor dengan kecepatan bervariasi merupakan strategi utama lainnya dalam mengurangi penggunaan energi.

Motor dengan efisiensi tinggi/premium sekarang tersedia sebagai hasil penyempurnaan teknologi dan desain. Motor seperti ini memiliki efisiensi dalam kisaran 87-94% dibandingkan dengan 82-84% untuk motor efisiensi standar.

Beberapa panduan untuk memilih motor hemat energi tersedia di:

- Evaluation and Application of Energy Efficient Motors, by GE Industrial System (<http://apps.geindustrial.com/publibrary/checkout/e-GEA-M1019?TNR=White%20Papers|e-GEA-M1019|generic>)

### 3 . F A K T O R D A Y A

Faktor daya mengukur efisiensi konversi arus listrik menjadi daya yang dapat dimanfaatkan. Biasanya, diinginkan faktor daya lebih dari 0,9. Faktor daya dapat menurun akibat beban induksi seperti transformator, motor listrik dan lampu fluorescent. Bekerja dengan faktor daya rendah itu mahal dan tidak efisien, karena dapat menimbulkan:

- Peningkatan konsumsi listrik
- Peningkatan kehilangan daya
- Overheating
- Kegagalan peralatan

Menurut sebuah laporan USAID<sup>7</sup> faktor daya rata-rata pada beban sistem di Indonesia pada tahun 2006 adalah sekitar 64%, bervariasi dari 34% di Sumatera Utara menjadi sekitar 91% di Jambi (bagian timur Sumatera). Faktor beban rendah ini telah membuat PLN sulit untuk memperluas kapasitas pembangkit beban dasarnya.

Faktor daya dapat ditingkatkan dengan:

- Mematikan motor ketika tidak diperlukan.
- Menggunakan motor efisiensi tinggi.
- Motor yang beroperasi mendekati kapasitasnya.
- Menambah kapasitor pada sirkuit.

### 4 . H A R M O N I K

Distorsi harmonik mengacu pada faktor distorsi tegangan atau bentuk arus gelombang dibandingkan dengan gelombang sinus murni. Pada bangunan dengan sejumlah besar peralatan canggih, peningkatan distorsi harmonik pada sistem distribusi listrik dapat mengakibatkan peningkatan penggunaan energi.

Sangat sulit untuk menilai kehilangan energi yang disebabkan oleh muatan harmonik dalam arus beban, tetapi jumlah distorsi harmonik sekitar 10% di sirkuit induktif berakibat pada hilangnya sekitar 30% energi pada sistem dimana harmonik ada.<sup>8</sup>

---

<sup>7</sup> USAID Report. Indonesia Energy Assessment (Penilaian Energi Indonesia). ([http://indonesia.usaid.gov/documents/document/Document/400/USAID\\_Indonesia\\_Energy\\_Assessment.pdf](http://indonesia.usaid.gov/documents/document/Document/400/USAID_Indonesia_Energy_Assessment.pdf))

<sup>8</sup> Magnetic & Transformer Technologies Corporation. Lighting Voltage Controller "Wattmanager" (Pengendali Tegangan Pencahayaan "Wattmanager"). ([http://www.wattmanager.us/wm\\_ed\\_hdis.html](http://www.wattmanager.us/wm_ed_hdis.html))

## 5 . G E N E R A T O R

Untuk menghindari downtime selama listrik padam, umumnya generator diesel digunakan pada banyak bangunan di Jakarta sebagai sumber listrik cadangan. Generator diesel juga dapat difungsikan untuk mengurangi kebutuhan energi pada saat beban puncak, yaitu mengurangi konsumsi energi pada saat beban puncak dan biaya yang terkait. Meskipun generator diesel tidak menggunakan listrik dari PLN, pengoperasian dan pemeliharaannya cukup mahal. Oleh karena itu, sangat penting untuk menentukan kapasitas generator sesuai dengan kebutuhan, karena generator memiliki efisiensi yang jauh lebih rendah pada beban parsial daripada saat beban penuh.

Beberapa aplikasi praktis yang patut dicontoh pada generator diesel dapat ditemukan di:

Arctic Energy Alliance. **Guide to Best Energy for Remote facilities**  
2011 - <http://aea.nt.ca/files/download/99>  
Arctic Energy Alliance. 2011.

Sumber referensi lainnya yang berguna:

- Energy Efficient Electrical Systems Development of Building Regulations and Guidelines to Achieve Energy Efficiency in Bangalor City by Renewable Energy and Energy Efficiency Partnership & Teri ([http://www.teriin.org/ResUpdate/reep/ch\\_6.pdf](http://www.teriin.org/ResUpdate/reep/ch_6.pdf))
- Basic Manual Energy Efficiency ([http://www.cnpmi.org.sv/UCATEE/UCATEE/docs/Manual%20EE\\_English\\_final.pdf](http://www.cnpmi.org.sv/UCATEE/UCATEE/docs/Manual%20EE_English_final.pdf))
- M.R. Brambley, et al., "Advanced Sensors and Controls for Building Applications: Market Assessment and Potential R&D Pathways," prepared for the U.S. Department of Energy by Pacific Northwest National Laboratory (April 2005), p. 2.15.
- Energy Efficiency Manual by Donald Wulfinghoff
- Achieving Energy Saving with Building Automation Systems by Kristin Kamm (Sr. Associate Research) (<http://www.automatedbuildings.com/news/apr07/articles/esource/070322105430kamm.htm>)

## 6 . L I F T

Lift tetap mengkonsumsi energi baik pada saat operasional maupun saat siaga (standby). Energi operasional adalah energi yang digunakan untuk mengantarkan penumpang dengan cepat dan lancar ke lantai tujuannya. Energi siaga adalah energi yang digunakan sementara lift masih berhenti tetapi yang membuatnya siap beroperasi setiap saat. Industri lift telah mengembangkan produk yang sangat inovatif yang mengkonsumsi sedikit energi untuk transportasi penumpang. Namun, sebuah studi penelitian dari Swiss tentang konsumsi energi lift<sup>9</sup> memperkirakan bahwa sekitar setengah energi yang dikonsumsi lift digunakan ketika sedang siaga,

---

<sup>9</sup> Electricity Technologies and Applications (Teknologi dan Aplikasi Listrik) Research Programme. (<http://www.electricity-research.ch>)

hanya untuk membuatnya siap bagi perjalanan berikutnya. Modus siaga menyumbang persentase yang tinggi dari konsumsi energi lift, terutama jika jumlah perjalanan per tahun rendah. Selain penggunaan energi untuk operasional, lift juga mengeluarkan panas tambahan, sehingga meningkatkan beban pengkondisian udara.

Kebanyakan sistem lift terdiri dari kabin (cars, cage, or cab), pintu, lampu, ventilasi, motor, dan perangkat kontrol. Kabin lift bergerak dalam ruang tertutup yang disebut shaft atau hoistway. Dua tipe utama lift adalah lift hidrolik dan lift traksi. Lift hidrolik biasanya terbatas untuk 7 tingkat atau kurang.

Lift traksi umumnya lebih hemat energi dibandingkan dengan lift hidrolik. Pada lift hidrolik, cukup banyak energi yang terbuang untuk memanaskan cairan hidrolik guna meningkatkan tekanan hidrolik. Beberapa instalasi bahkan mungkin membutuhkan pendingin terpisah untuk mendinginkan cairan dan menghindari overheating. Selain itu, lift hidrolik biasanya tidak dilengkapi dengan beban penyeimbang (counterweight). Dengan demikian motor lift harus cukup besar untuk mengangkat beban penumpang ditambah bobot mati kabin lift. Pada lift traksi, beban maksimum yang diangkat pada operasi normal hanya sekitar setengah dari beban maksimum yang dianjurkan.

**Lift traksi dapat dibagi lagi menjadi dua kategori: dengan roda gigi dan tanpa roda gigi.**

1. Mesin dengan roda gigi (geared machines) menggunakan persneling untuk mengontrol gerakan mekanis kabin lift dengan tali baja yang “menggulung” di atas sheave penggerak yang melekat pada gearbox dengan motor berkecepatan tinggi. Pada umumnya, mesin ini merupakan pilihan terbaik untuk penggunaan traksi basement atau traksi overhead dengan kecepatan hingga 2,5 m/d (500 kaki/menit).
2. Mesin traksi tanpa roda gigi (gearless traction) adalah motor listrik berkecepatan rendah dan torsi tinggi dengan drive sheave yang melekat langsung pada ujung motor. Lift traksi tanpa roda gigi dapat mencapai kecepatan hingga 10 m/d (2.000 kaki/menit), atau bahkan lebih tinggi.<sup>10</sup>

**Inefisiensi dalam transportasi vertikal bisa disebabkan oleh kehilangan (losses) langsung dan tidak langsung.**

1. Kehilangan langsung yang paling umum adalah:
  - Kehilangan karena gesekan
  - Kehilangan karena transmisi
  - Kehilangan karena motor
  - Kehilangan karena rem
  - Kehilangan pada sistem pencahayaan
  - Kehilangan pada sistem pengendali

---

<sup>10</sup> Escon. 2011. Traction Elevators (Lift Traksi), Machine Room Less Elevator (MRL). (<http://www.esconelevators.com/tractionelevator.aspx>)

2. Kehilangan tidak langsung disebabkan oleh inefisiensi pengoperasian peralatan, perilaku pengguna atau pengelolaan lalu lintas (traffic management).

Secara umum prinsip-prinsip untuk mencapai efisiensi energi bagi instalasi lift/eskalator adalah sebagai berikut:

- Tentukan peralatan yang hemat energi untuk sistem.
- Jangan mendesain sistem terlalu berlebihan.
- Pengaturan zonasi yang sesuai.
- Pengelolaan energi dan kontrol yang sesuai terhadap peralatan lift.
- Menggunakan bahan ringan untuk dekorasi kabin lift.
- Perawatan yang baik.

Beberapa aplikasi yang baik untuk penghematan energi adalah menggunakan motor dan penggerak yang lebih efisien, konverter regenerasi, perangkat lunak kontrol yang lebih baik, optimisasi penyeimbang, penggerak langsung dibandingkan lift traksi tali, pencahayaan kabin lift yang efisien.

Pemeliharaan sistem transportasi vertikal (termasuk inspeksi preventif yang sering) sangat penting dalam menjaga agar lift tetap berjalan secara efisien.

Meskipun konsumsi energi untuk penerangan dalam kabin lift relatif kecil, ada beberapa pilihan sederhana yang tersedia. Menggunakan lampu yang efisien, seperti LED atau CFL bersama dengan sensor untuk mematikan lampu (dan kipas angin) ketika lift tidak bergerak, dapat mengurangi penggunaan energi untuk pencahayaan secara signifikan.

Pengoperasian lift banyak melibatkan pengereman untuk menghentikan atau memperlambat lift. Energi pengereman yang biasanya hilang dapat didaur ulang dengan menggunakan "sistem regeneratif" yang sekarang tersedia. Menurut materi promosi ThyssenKrupp, mesin lift konvensional bisa kehilangan lebih dari 30 persen energinya dalam bentuk panas yang terbuang. Dilengkapi dengan sistem regeneratif, kehilangan ini dapat dikurangi menjadi sekitar lima persen. Sisanya akan dimanfaatkan kembali ke dalam sistem listrik gedung untuk mengurangi konsumsi energi.

Informasi lebih lanjut tentang penggerak regeneratif tersedia di:

[http://www.elevatorbooks.com/Content/Site108/ProductContent/June2010CEU\\_00000004566.pdf](http://www.elevatorbooks.com/Content/Site108/ProductContent/June2010CEU_00000004566.pdf)

**Donald Vollrath, Magnetek, Inc.**  
**Regenerative Elevator Drives: What, How, and Why**

Pilihan lainnya untuk menghemat energi dan mengurangi dampak lingkungan dari lift dan eskalator adalah motor listrik dan penggerak yang efisien, sistem kontrol yang lebih baik (hardware & software), optimisasi penyeimbang, penggunaan penggerak langsung dibandingkan lift traksi tali, dan mengganti oli hidrolik tradisional dengan oli biodegradable.

Selain persyaratan wajib bagi eskalator yang disebutkan di atas, teknologi soft start dapat digunakan, yang membuat kecepatan eskalator tidak berubah, tetapi mengurangi konsumsi daya ketika eskalator membawa sedikit penumpang.

### OPTIMIZER ENERGI UNTUK LIFT DAN ESKALATOR

Optimizer energi (juga dikenal sebagai pengendali kinerja, penghemat energi atau pengendali faktor daya) adalah pengendali solid-state yang mengurangi kehilangan di motor induksi AC melalui kemampuan menghemat energi dan melakukan soft start. Selama kondisi beban rendah, motor induksi yang biasanya beroperasi pada tegangan penuh akan memiliki faktor daya sangat rendah dan kurang efisien. Optimizer energi dapat memberikan tegangan operasi motor yang diperlukan sesuai dengan berbagai kondisi pembebanan, yang mengakibatkan peningkatan faktor daya dan pengurangan kehilangan pada motor. Optimizer energi dapat digunakan untuk setiap aplikasi motor AC dengan kecepatan konstan dan beban yang bervariasi.

Jumlah penghematan energi karena optimizer energi pada aplikasi lift dan eskalator tergantung pada beban sebenarnya dari lift atau eskalator. Berdasarkan hasil pengukuran proyek retrofit kantor pemerintah di Singapura, penggunaan optimizer energi dapat menghemat energi rata-rata hingga 10%.

### MODUS SIAGA (STAND BY MODE) UNTUK LIFT DAN ESKALATOR

Beberapa peralatan lift dapat dimatikan ketika lift sedang tidak bekerja di luar jam sibuk, namun tetap mempertahankan pelayanan di luar jam sibuk untuk ditangani peralatan lainnya (misalnya mematikan salah satu lift).

Pengendalian lift di masa lalu menggunakan relay elektro-mekanis. Sistem modern menggunakan perangkat lunak untuk memungkinkan pengendalian secara fleksibel. Beberapa sistem yang lebih mahal bisa “belajar” di mana menempatkan kabin lift pada waktu tertentu, misalnya mengatur semua lift untuk kembali ke lobi di pagi hari. Penghematan energi juga dapat dicapai dengan cara mencocokkan jumlah lift yang aktif terhadap beban dalam interval tersebut secara otomatis.

Sumber daya lainnya yang berguna untuk desain lift dan eskalator bisa ditemukan pada:

- Guidelines on Energy Efficiency of Lift and Escalator Installations 2000 Edition, By Electrical and Mechanical Services Department, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region
- Guidelines on Energy Efficiency of Lift and Escalator Installation. 2000 Edition by Electrical and Mechanical Services Department, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region ([http://www.emsd.gov.hk/emsd/e\\_download/pee/guidelines\\_on\\_ee\\_of\\_lift&escalator\\_installations.pdf](http://www.emsd.gov.hk/emsd/e_download/pee/guidelines_on_ee_of_lift&escalator_installations.pdf))
- Opportunities for Elevator Energy Efficiency Improvements. 2005. Sachs, Harvey M; One of the Series of White Papers by the American Council for an Energy-Efficient Economy (ACEEE) (<http://rste040vImp01.blackmesh.com/files/pdf/white-paper/elevators2005.pdf>)
- Energy Efficient Elevators and escalator. 2010, By ISR –University of Coimbra (Portugal) partner with ELA (Europe), ENEA (Italy), FhG-ISI (Germany), KAPE (Poland) (<http://www.e4project.eu/documenti/wp6/E4-WP6-Brochure.pdf>)
- Energy Efficiency of Lifts, Improvements of Standby Demand in 80% of All Cases are Most Efficient, by Conradin Jost (Member of Directive Committee, VDI 4707/2 Energy Efficiency of Lift Components) ([http://www.bucherhydraulics.com/bausteine.net/f/10295/Article\\_VDI4707\\_Energyefficiencyoflifts\\_EN.pdf?fd=3](http://www.bucherhydraulics.com/bausteine.net/f/10295/Article_VDI4707_Energyefficiencyoflifts_EN.pdf?fd=3))





DINAS PENATAAN KOTA  
PEMERINTAH PROVINSI DKI JAKARTA

Jalan Taman Jati Baru No. 1  
Jakarta Barat

t. (62-21) 856 342

f. (62-21) 856 732

[www.dppb.jakarta.go.id](http://www.dppb.jakarta.go.id)