

PANDUAN TEKNIS

Energy Savings Insurance (ESI) Indonesia



Pedoman Metodologi
PROSES DAN PERSYARATAN UMUM



Prepared By:



Adopted By :



KATA PENGANTAR

Program *Energy Savings Insurance* (ESI) merupakan salah satu pendekatan untuk mendorong investasi efisiensi energi dengan memberikan kerangka yang lebih terstruktur dalam mengidentifikasi, mengukur, memverifikasi, dan mengelola risiko pencapaian penghematan energi. Dalam implementasinya, diperlukan suatu pedoman praktis yang dapat menjembatani konsep dan prinsip ESI dengan kerangka regulasi, standar, metodologi, serta praktik yang berlaku di Indonesia.

Dokumen Panduan Praktis *Energy Savings Insurance* (ESI) ini disusun sebagai panduan praktis dalam mendukung penerapan mekanisme ESI di Indonesia. Pedoman ini mengadaptasi prinsip-prinsip ESI ke dalam konteks nasional dengan mempertimbangkan ketentuan peraturan perundang-undangan, standar nasional Indonesia, praktik pengukuran dan verifikasi (*Measurement and Verification/M&V*), serta kebutuhan para pemangku kepentingan yang terlibat dalam proyek efisiensi energi.

Panduan Praktis ini mencakup metodologi dan panduan umum yang diperlukan dalam pelaksanaan proyek ESI, termasuk aspek identifikasi dan penilaian penghematan energi, penetapan baseline, pengukuran dan verifikasi hasil penghematan, pengelolaan data dan bukti pendukung, serta penyusunan dokumentasi yang diperlukan untuk mendukung proses validasi dan penjaminan penghematan energi.

Dalam penyusunannya, dokumen ini berupaya memastikan bahwa metodologi dan pendekatan yang digunakan tetap selaras dengan kerangka nasional Indonesia, sekaligus mempertahankan prinsip-prinsip utama ESI, khususnya transparansi, konsistensi, keterlacakan, independensi, dan akuntabilitas. Dengan demikian, pedoman ini diharapkan dapat

digunakan oleh berbagai pihak, termasuk pemilik proyek, penyedia jasa efisiensi energi, lembaga keuangan, perusahaan asuransi, tenaga ahli, lembaga validasi atau verifikasi, serta pemangku kepentingan pemerintah.

Dokumen ini tidak dimaksudkan untuk menggantikan ketentuan peraturan perundang-undangan atau standar yang berlaku. Dalam hal terdapat perubahan, pembaruan, atau perbedaan ketentuan, maka pelaksanaan kegiatan tetap mengacu pada regulasi dan standar yang berlaku pada saat proyek dilaksanakan.

Dengan tersusunnya Panduan Praktis ini, diharapkan tersedia suatu acuan yang praktis dan dapat diterapkan untuk mendukung pengembangan proyek efisiensi energi yang memiliki dasar teknis yang kuat, proses verifikasi yang dapat dipertanggungjawabkan, serta mekanisme pengelolaan risiko penghematan energi yang lebih jelas. Pada akhirnya, pedoman ini diharapkan dapat berkontribusi terhadap peningkatan kepercayaan para pemangku kepentingan dan mendorong pembiayaan serta investasi efisiensi energi di Indonesia secara berkelanjutan.

ESI INDONESIA METHODOLOGY HANDBOOK

PROSES DAN PERSYARATAN UMUM

Disiapkan:	Ditinjau:
BASE Foundation 12.2025	Balai Besar Survei dan Pengujian Ketenagalistrikan, Energi Baru, Terbarukan, dan Konservasi Energi (BBSP KEBTKE) 07.2026



DAFTAR ISI

1	PENGANTAR	3
2	DEFINISI / SINGKATAN YANG DIGUNAKAN DALAM DOKUMEN INI	3
3	LANGKAH-LANGKAH VALIDASI TEKNIS	4
3.1	Gambaran Umum Tentang Dasar-Dasar Validasi	4
3.2	Tanggung Jawab Para Pihak Selama Proses Validasi	4
3.3	Validasi Proyek	6
3.3.1	Validasi proposal proyek (Project Proposal Validation/PPV)	6
3.3.2	Validasi Instalasi Proyek (Project Installation Validation/PIV)	6
3.3.3	Validasi Penghematan Tahunan Proyek (Project Annual Savings Validation/PAV)	7
3.3.4	Langkah-Langkah Validasi Terperinci Selama Masa Berlaku Kontrak ESI	7
3.3.5	Validasi Proposal Proyek (Project Proposal Validation/PPV)	7
3.3.6	Validasi instalasi proyek (PIV)	9
3.3.7	Pelaporan Penghematan Berkala	9
3.3.8	Validasi tahunan proyek (PAV)	9
3.4	Prosedur atas Perselisihan Pencapaian Penghematan Energi oleh Ahli Independen	10
4	PERHITUNGAN EKONOMI	12
4.1	Definisi Investasi	12
4.2	Penghematan Ekonomi	13
4.2.1	Komitmen Penghematan Ekonomi	13
4.2.2	Penghematan Ekonomi Terdaftar	14
4.2.3	Penghematan Energi Yang Berkomitmen	15
4.2.4	Penghematan Energi Aktual	15
4.2.5	Teknologi efisiensi energi	17
4.3	Kompensasi Ekonomi	17
4.4	Pengurangan Emisi Gas Rumah Kaca (CO ₂ e)	19
4.4.1	Informasi umum	19
4.4.2	Kuantifikasi pengurangan emisi untuk proyek Listrik	19
5	PERSYARATAN PENGUKURAN DAN PELAPORAN	20
5.1	Umum	20
5.2	Pengukuran Peralatan Sebelumnya	20
5.3	Pencatat data	20
5.4	Waktu validasi	21
6	PROYEK DENGAN JENIS MULTI-PERALATAN	21
6.1	Proyek Dengan Beberapa Peralatan Dengan Teknologi Yang Sama.	22
6.2	Proyek Dengan Beberapa Peralatan Dengan Teknologi Berbeda.	23
7	ANTARMUKA KOMUNIKASI/SISTEM INFORMASI MANAJEMEN	23
8	LAINNYA	23
9	SEJARAH	23

1 PENGANTAR

Tujuan pokok manual ini adalah untuk menjabarkan proses umum validasi model Energy Savings Insurance (ESI). Dokumen ini menjelaskan langkah-langkah validasi teknis, perhitungan ekonomi berdasarkan hasil validasi, serta persyaratan umum pemantauan dan pelaporan. Proses validasi mencakup validasi proyek-proyek tertentu yang mengusulkan pemasangan peralatan hemat energi. Beberapa langkah validasi mencakup informasi dan definisi sesuai kontrak ESI terkait serta pengukuran yang dilakukan oleh TP sebagaimana dijelaskan secara rinci dalam Buku Pedoman Metodologi ESI.

2 DEFINISI / SINGKATAN YANG DIGUNAKAN DALAM DOKUMEN INI

ESI	Asuransi Penghematan Energi (Energy Savings Insurance)
Penghematan Energi yang Berkomitmen (ES_{Committed})	Nilai persentase yang menggambarkan estimasi penghematan per proyek, yang dihitung oleh TP untuk setiap teknologi dengan menggunakan metodologi ESI. Nilai ini akan dicantumkan dalam kontrak ESI.
Penghematan Energi Aktual (ES_{Actual})	Nilai persentase yang dihitung berdasarkan data aktual dari data logger energi yang wajib dipasang serta mempertimbangkan faktor operasi sesuai kontrak ESI.
Faktor operasi	Faktor kinerja proyek (project performance factors) menentukan perkiraan penggunaan proyek pada saat penandatanganan kontrak ESI. Faktor-faktor ini digunakan untuk perhitungan Penghematan Energi yang Berkomitmen dan Penghematan Energi Aktual.
TP	Penyedia teknologi
VE	Entitas validasi
CL	Klien
BR	Sebelum retrofit: Pengukuran dilakukan sebelum setelah-retrofit pemasangan teknologi oleh TP
AR	Setelah retrofit: Pengukuran dilakukan setelah perbaikan pemasangan teknologi oleh TP
PPV	Validasi proposal proyek (Project proposal validation)
PIV	Validasi instalasi proyek (Project installation validation)
PAV	Validasi tahunan proyek (Project annual validation)
I_{br}	Indikator sebelum retrofit
I_{ar}	Indikator setelah retrofit
I_{ar yr}	Indikator setelah n tahun

3 LANGKAH-LANGKAH VALIDASI TEKNIS

Bagian ini menggambarkan proses validasi umum dan langkah-langkah yang diperlukan bagi TP untuk mendaftarkan proyek yang menggunakan peralatan hemat energi serta langkah terkait sepanjang proses validasi proyek. Validasi diperlukan untuk meninjau akurasi dan kelayakan laporan pengukuran yang disediakan oleh TP. Model ESI menggunakan validasi eksternal independen (third-party validation) untuk memastikan bahwa pengukuran dan pelaporan sejalan dengan persyaratan. Validasi, seperti pengukuran, harus didefinisikan secara jelas dan selaras dengan tujuan yang telah diprogram. Tujuan validasi pihak ketiga adalah melakukan penilaian obyektif terhadap integritas dan kebenaran perhitungan penghematan dan kinerja yang dicapai; ini adalah mekanisme yang menjamin transparansi, kepercayaan, dan kepatuhan dalam perhitungan dan pelaporan, sesuai prinsip dan persyaratan model ESI.

3.1 Gambaran Umum Tentang Dasar-Dasar Validasi

Logika penalaran protokol ini didasarkan pada definisi Energy Savings (ES) yang menggambarkan konsumsi energi peralatan tertentu dibandingkan dengan baseline yang ditetapkan dan faktor operasional yang ditentukan. Baseline serta faktor operasional bervariasi berdasarkan deskripsi proyek dan jenis peralatan. Gambaran umum mengenai langkah-langkah validasi disajikan pada diagram berikut:

Tahap validasi	Ruang lingkup
Validasi proyek Diminta oleh TP berdasarkan proyek khusus	Validasi lisensi pihak ketiga (TP) untuk penjualan dan pemasangan peralatan. Validasi Proposal Proyek (PPV): verifikasi penghematan pasca-retrofit dibandingkan kondisi pra-retrofit. Validasi Instalasi (PIV): verifikasi kelengkapan pemasangan peralatan dan data logger. Validasi Penghematan Tahunan Tahun Pertama (PAV).
Proses arbitrase Atas permintaan pihak mana pun setelah validasi tahun ke-1 hingga akhir kontrak	Dilaksanakan berdasarkan mekanisme pemicu yang telah ditetapkan secara jelas. Meliputi kajian mendalam terhadap kasus proyek yang bersangkutan berdasarkan informasi yang disampaikan oleh para pihak. Meliputi penetapan keputusan oleh VE berdasarkan informasi yang diterima dan hasil pertimbangan atas argumentasi yang diajukan oleh para pihak.

3.2 Tanggung Jawab Para Pihak Selama Proses Validasi

Untuk lebih memahami tanggung jawab masing-masing pihak dalam setiap langkah validasi, tabel di bawah ini memberikan gambaran umum.

Selain itu, Penyedia Teknologi (TP) juga bertanggung jawab untuk mematuhi kebijakan operasi internal CL serta semua peraturan perundang-undangan yang terkait dengan pembuatan dan pemasangan peralatan TP selama setiap langkah proses, termasuk namun tidak terbatas pada:

- Peraturan penandaan SNI yang berlaku
- Standar Kinerja Energi Minimum/Peraturan Pelabelan Energi yang Berlaku
- Peraturan keselamatan produk yang berlaku

- Peraturan kesehatan dan keselamatan yang berlaku
- Peraturan konstruksi atau pemasangan yang berlaku
- Peraturan pembuangan limbah yang berlaku
- Hukum dan peraturan lain yang berlaku

Langkah validasi	Tanggung jawab TP	Tanggung jawab CL	Tanggung jawab VE
Validasi Proposal Proyek (PPV)	Melakukan pengukuran pada peralatan sebelumnya dan memberikan laporan pengukuran ke VE Menghitung penghematan proyek (ES _{Committed}) Menandatangani kontrak ESI	Menyediakan akses ke TP untuk pengukuran Memberikan informasi proyek ke TP Memberikan Faktor Operasi Proyek kepada TP Menandatangani kontrak ESI	Memvalidasi dokumentasi proyek Memvalidasi dokumentasi pengukuran Memvalidasi perhitungan penghematan Berikan hasil validasi di ES _{Committed}
Validasi instalasi proyek (PIV)	Melakukan pemasangan peralatan. Melakukan pemasangan data logger. Mendokumentasikan pemasangan peralatan dan data logger. Memberitahukan kepada VE bahwa proses instalasi telah selesai	Memastikan akses ke instalasi selama pekerjaan berlangsung maupun setelah selesai untuk memastikan bahwa TP dapat mengakses area CL selama pemasangan.	Memvalidasi instalasi dengan melakukan kunjungan lokasi untuk memeriksa peralatan yang dipasang secara visual Memvalidasi pengoperasian peralatan yang dipasang pada saat kunjungan lokasi Memvalidasi dan memeriksa secara visual pemasangan data-logger selama kunjungan lokasi Mengatur ulang pencatat data untuk memulai periode pengukuran tahunan pertama
Validasi Tahunan Proyek (PAV)	Memberikan data pencatat data tahunan VE bersama dengan CL Memastikan kalibrasi ulang datalogger	Mendukung TP untuk mendapatkan data data-logger	Meninjau perhitungan ES _{Actual} berdasarkan data data-logger yang disediakan pada tahun pertama operasi (Perlu diklarifikasi. Jika VE melakukan peninjauan, siapa yang melakukan perhitungan? Apakah VE melakukan perhitungan dan proses peninjauan? Klarifikasi ini diperlukan untuk menerapkan proses secara konsisten dalam Buku

ESI Indonesia Methodology Handbook PROSES DAN PERSYARATAN UMUM	Version Page Process owner	02 Page 6 / 23 BASE Foundation
---	----------------------------------	--------------------------------------

Langkah validasi	Tanggung jawab TP	Tanggung jawab CL	Tanggung jawab VE
			Pegangan Metodologi – Bagian 5 - PPV, dimana VE hanya melakukan perhitungan E_{actual} dan tidak meninjau perhitungan) Jika diperlukan, hitung kompensasi ekonomi di tahun-tahun berikutnya

3.3 Validasi Proyek

Setelah TP mengidentifikasi peluang proyek, atau klien yang tertarik untuk mengganti peralatan yang ada dengan peralatan baru yang lebih hemat energi, proses validasi proyek dapat dimulai. Proyek ini akan melalui 3 langkah selama periode kontrak dalam model ESI.

3.3.1 Validasi proposal proyek (Project Proposal Validation/PPV)

Validasi ini berfokus pada verifikasi nilai Komitmen Penghematan Energi ($ES_{Committed}$) berdasarkan kondisi spesifik proyek yang dihitung oleh TP. Untuk menghitung nilai tersebut, konsumsi energi dari peralatan yang divalidasi akan dibandingkan dengan konsumsi energi aktual dari peralatan yang saat ini digunakan, dengan mempertimbangkan faktor-faktor operasional tertentu (misalnya jumlah jam operasi dan faktor relevan lainnya).

Pada tahap validasi ini, Faktor Operasional Proyek (Project Operation Factors) ditetapkan untuk memungkinkan perbandingan yang wajar setelah satu tahun penggunaan pada saat pelaksanaan validasi penghematan tahunan.

Setelah nilai $ES_{Committed}$ tervalidasi, kriteria aktivasi dari (VE) dianggap telah terpenuhi sehingga kontrak ESI dapat diaktifkan. Kontrak tersebut harus memuat seluruh Faktor Operasional dan nilai $ES_{Committed}$.

Sebagian dari proses PPV adalah validasi terhadap lisensi TP. Tahap ini dilakukan melalui verifikasi:

- Lisensi sesuai dokumentasi lisensi yang tercantum dalam korespondensi email terakhir atau dokumen lain yang membuktikan bahwa TP berwenang menjual peralatan tersebut.
- Dokumen yang membuktikan bahwa TP memiliki lisensi untuk memasang peralatan, atau konfirmasi bahwa TP menggunakan kontraktor berlisensi untuk melakukan pemasangan peralatan.

3.3.2 Validasi Instalasi Proyek (Project Installation Validation/PIV)

Validasi ini berfokus pada memastikan bahwa pemasangan peralatan telah dilaksanakan oleh TP sesuai dengan ketentuan yang disepakati. Proses validasi instalasi mencakup satu kali kunjungan lapangan dan inspeksi visual oleh VE untuk memverifikasi bahwa peralatan yang disepakati telah dipasang dengan benar sesuai dokumentasi proyek dan siap untuk dioperasikan. Selain itu, kunjungan lapangan juga mencakup inspeksi visual terhadap data logger yang wajib dipasang oleh TP untuk memudahkan pencatatan data parameter utama. Pada saat kunjungan tersebut, VE akan melakukan pengaturan ulang data logger untuk memulai periode pengukuran tahunan pertama. Setelah

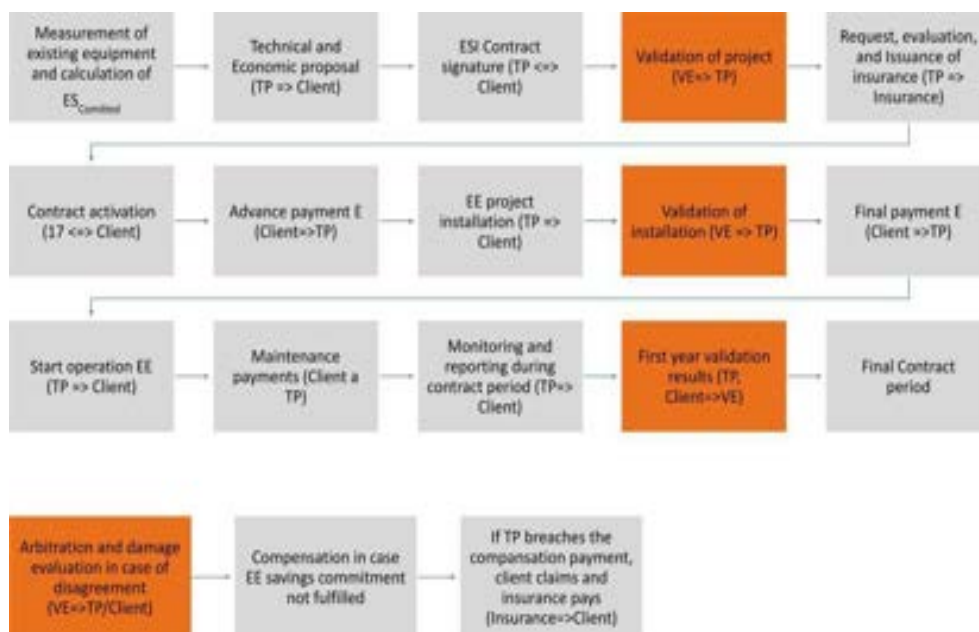
kunjungan lapangan selesai dilaksanakan, VE akan menerbitkan laporan validasi instalasi yang menyatakan status kelengkapan pemasangan berdasarkan dokumentasi proyek.

3.3.3 Validasi Penghematan Tahunan Proyek (Project Annual Savings Validation/PAV)

Proses validasi penghematan tahunan berfokus pada penentuan Penghematan Energi Aktual ES_{Actual} setelah tahun pertama pelaksanaan proyek. Nilai tersebut digunakan untuk membandingkan penghematan aktual dengan Komitmen Penghematan Energi ($ES_{Committed}$) berdasarkan faktor operasional yang sama sebagaimana ditetapkan pada saat penandatanganan kontrak. Selain faktor operasional teknis sebagaimana diatur dalam ESI Methodology Handbook, faktor-faktor operasional berikut juga harus disepakati antara Klien (CL) dan TP pada tahap penyusunan proposal serta dicantumkan dalam Kontrak Standar ESI, yaitu:

- Satuan energi yang digunakan dan telah disepakati.
- Biaya yang disepakati untuk setiap satuan energi.
- Nilai Komitmen Penghematan Energi ($ES_{Committed}$) yang dihitung berdasarkan Metodologi ESI.
- Faktor operasional lainnya yang memengaruhi kinerja energi.

3.3.4 Langkah-Langkah Validasi Terperinci Selama Masa Berlaku Kontrak ESI



3.3.5 Validasi Proposal Proyek (Project Proposal Validation/PPV)

Setelah TP menyusun proposal proyek untuk CL, proyek tersebut dapat didaftarkan untuk dilakukan validasi atas perhitungan penghematan energi yang disusun oleh TP sesuai dengan Buku Pedoman Metodologi ESI (ESI Methodology Handbook). Validasi Proposal Proyek (Project Proposal Validation/PPV) menghasilkan nilai Penghematan Energi yang Dijanjikan ($ES_{Committed}$). Nilai ($ES_{Committed}$) dihitung oleh TP berdasarkan metodologi yang berlaku untuk peralatan terkait, yang mencakup pengukuran kondisi sebelum pelaksanaan retrofit. Dalam rangka menghitung ($ES_{Committed}$), TP dan CL

wajib menyepakati faktor-faktor operasional tertentu (specific operating factors) dan mencantulkannya dalam Kontrak ESI, sebagaimana diatur dalam ESI Methodology Handbook.

Tahap	Kegiatan
Sebelum pengukuran retrofit	- TP akan melakukan pengukuran konsumsi sistem sebelumnya sesuai dengan metodologi ESI — sebelum retrofit - TP akan mendokumentasikan hasil pengukuran tersebut sesuai dengan persyaratan pengukuran - TP akan menghitung penghematan energi yang dijanjikan ($ES_{Committed}$) berdasarkan metodologi ESI yang terkait
Pengajuan Proposal Proyek	TP menyerahkan proposal proyek kepada VE beserta seluruh dokumentasi, perhitungan, dan nilai pengukuran VE akan meninjau proyek dan dokumentasi pengukuran
Aktivasi kontrak proyek	VE memvalidasi hasil dan mengonfirmasi Penghematan Energi yang Diikat VE menerbitkan Laporan Evaluasi Proposal Proyek Dengan disahkannya proyek dan diterbitkannya polis asuransi, kontrak ESI yang mencakup penghematan energi yang telah dikonfirmasi dan ditandatangani oleh TP dan CL mulai berlaku

Dokumen-dokumen berikut harus disajikan oleh TP untuk memvalidasi ruang lingkup Proyek, peralatan yang diusulkan, dan penghematan yang dihitung:

1. Dokumentasi lisensi yang mengonfirmasi bahwa TP diizinkan untuk menjual peralatan
2. Dokumentasi yang mengonfirmasi bahwa TP memiliki lisensi untuk memasang peralatan, atau konfirmasi bahwa TP menggunakan kontraktor berlisensi untuk pemasangan peralatan
3. Dokumentasi proyek (sebagaimana didefinisikan untuk setiap jenis peralatan dalam Buku Pegangan Metodologi ESI) untuk mengevaluasi apakah ruang lingkup proyek berada dalam kriteria kelayakan ESI dan untuk memvalidasi Faktor Operasi Proyek.
4. Laporan pengukuran (sesuai template laporan pengukuran ESI terkait) untuk memvalidasi kebenaran kinerja pengukuran yang dilakukan oleh TP dan untuk memvalidasi perhitungan penghematan.
5. Perhitungan $ES_{Committed}$ sesuai Buku Pegangan Metodologi ESI untuk memvalidasi perhitungan penghematan $ES_{Committed}$ yang dilakukan oleh TP dalam hal kebenaran metodologi, kebenaran nilai terhadap laporan pengukuran dan lembar data pabrikan.
6. Kontrak ESI dalam versi yang ditandatangani untuk memvalidasi kebenaran faktor operasi yang disepakati dan hubungan yang benar dengan proyek.

Setelah menyerahkan semua dokumen proyek oleh TP, VE memvalidasi hasilnya dan mengkonfirmasi Penghematan Energi yang Berkomitmen ($ES_{Committed}$) dalam Laporan Evaluasi Proposal Proyek. Setelah penerbitan Laporan Evaluasi Proposal Proyek dan penerbitan asuransi oleh Perusahaan Asuransi, kontrak ESI diaktifkan.

ESI Indonesia Methodology Handbook PROSES DAN PERSYARATAN UMUM	Version Page Process owner	02 Page 9 / 23 BASE Foundation
---	----------------------------------	--------------------------------------

3.3.6 Validasi instalasi proyek (PIV)

Validasi instalasi proyek menghasilkan Laporan instalasi Proyek yang dikeluarkan oleh VE yang memberikan verifikasi tentang instalasi teknologi yang benar dan pemasangan data-logger yang benar.

Tahap	Kegiatan
Audit di tempat oleh VE	VE untuk memverifikasi pemasangan merek dan jenis VE untuk memverifikasi pengoperasian peralatan pada saat audit Lokasi VE untuk memverifikasi penginstalan data-logger yang benar VE untuk mengambil foto tampilan tampilan data-logger untuk menunjukkan status data-logger saat ini
Instalasi Proyek – audit di tempat oleh VE	VE akan mengeluarkan laporan pemasangan peralatan dan data-logger

TP diharuskan memasang data-logger untuk memberikan data penggunaan aktual untuk perhitungan Actual Energy Savings (ES_{Actual}) (setelah 1 tahun validasi instalasi).

Dokumen-dokumen berikut harus disajikan oleh TP untuk memvalidasi pemasangan teknologi yang benar dalam proyek:

1. Dokumentasi Proyek Akhir (sebagaimana didefinisikan untuk setiap jenis peralatan dalam Buku Pegangan Metodologi ESI) untuk mengevaluasi apakah ruang lingkup proyek yang sudah selesai sesuai dengan ruang lingkup proyek yang diusulkan.
2. Lembar data pabrikan dari data-logger yang diinstal untuk memvalidasi kelayakan pencatat data
3. Sertifikat kalibrasi yang valid dari data-logger yang diinstal atau laporan verifikasi independen dari data-logger yang diinstal yang berlaku untuk periode tahunan berikutnya, untuk mengonfirmasi persyaratan metodologi ESI dari kalibrasi data-logger.

3.3.7 Pelaporan Penghematan Berkala

Selama masa berlaku kontrak ESI, dan sebelum VE melakukan perhitungan tahunan sebagaimana dijelaskan dalam bagian 3.3.8, TP wajib melaporkan kinerja penghematan proyek kepada CL secara berkala. Frekuensi pelaporan ini harus disepakati antara TP dan CL pada saat proposal dan dicantumkan dalam Kontrak Standar ESI.

Pelaporan berkala ini memungkinkan CL untuk memantau kinerja teknologi yang terpasang secara berkelanjutan dan memberikan indikasi dini atas setiap penyimpangan dari Penghematan Energi yang Berkomitmen ($ES_{Committed}$) sebelum dilakukannya validasi tahunan.

3.3.8 Validasi tahunan proyek (PAV)

Untuk penerapan model ESI di Indonesia, setelah satu tahun verifikasi instalasi, TP dan CL menilai Penghematan Energi Aktual (ES_{Actual}) berdasarkan data data-logger yang mewakili parameter penggunaan peralatan yang sebenarnya. Untuk menghitung penghematan, yang sebanding dengan Committed Energy Savings ($ES_{Committed}$), TP akan menggunakan metodologi teknologi terkait dari Metodologi Pengukuran, Pelaporan, dan verifikasi ESI. Untuk mengekstrapolasi penggunaan aktual

ESI Indonesia Methodology Handbook PROSES DAN PERSYARATAN UMUM	Version Page Process owner	02 Page 10 / 23 BASE Foundation
---	----------------------------------	---------------------------------------

dan membandingkan konsumsi aktual berdasarkan proyek, faktor operasi disepakati pada saat penandatanganan kontrak ESI

Hasil dari validasi ini adalah untuk menentukan apakah kompensasi ekonomi karena kinerja teknologi yang buruk diperlukan. Apabila terjadi kekurangan antara ES_{Actual} dan $ES_{Committed}$ (terjadi kompensasi ekonomi), atau timbul perbedaan antara TP dan CL untuk kompensasi ekonomi, TP dan/atau CL dapat meminta validasi dari VE.

Tahap	Kegiatan
Pengiriman data data-logger	CL atau TP untuk mendapatkan konsumsi aktual dan parameter utama pencatat data
Perhitungan ES_{Actual}	TP dan CL menilai ES_{actual} berdasarkan faktor operasi proyek yang ditentukan pada saat penandatanganan kontrak ESI
Konfirmasi penghematan aktual	TP dan/atau CL dapat meminta VE untuk memvalidasi dan mengkonfirmasi Kompensasi ekonomi, jika diperlukan

Berikut dokumen-dokumen yang harus disajikan oleh TP untuk memvalidasi Hemat Energi Aktual (ES_{Actual}) dibandingkan dengan Energi Berkomitmen ($ES_{Committed}$): Foto tampilan pencatat data (termasuk tanggal dan waktu foto) yang menunjukkan parameter minimum sebagaimana didefinisikan dalam Buku Pegangan Metodologi ESI untuk setiap jenis peralatan pada tanggal peringatan satu tahun kunjungan lokasi validasi instalasi. Untuk membuktikan kebenaran parameter penyimpanan aktual pada tanggal dan waktu tertentu. Sertifikat kalibrasi pencatat data yang terpasang atau laporan verifikasi independen pencatat data yang terpasang yang berlaku untuk periode tahunan berikutnya. Penghematan tahunan atau Actual Energy Saving (ES_{Actual}) yang dihitung tahunan dihitung oleh TP dan CL berdasarkan informasi yang diberikan oleh TP dan CL. Perhitungan didasarkan pada data yang disimpan dalam data-logger dan faktor operasi yang disepakati sesuai dengan kontrak ESI.

3.4 Prosedur atas Perselisihan Pencapaian Penghematan Energi oleh Ahli Independen

Dalam hal terjadi perselisihan mengenai pencapaian target penghematan energi, para pihak dapat menunjuk Ahli Independen yang memiliki kompetensi dan pengalaman di bidang efisiensi energi untuk melakukan pemeriksaan, verifikasi, dan penilaian secara objektif. Hasil penilaian Ahli Independen tersebut akan menjadi dasar pertimbangan para pihak dalam menyelesaikan perselisihan sesuai dengan ketentuan yang berlaku dalam perjanjian.

	Pengajuan Permohonan	Pemeriksaan	Penerbitan [Pendapat Mengikat]	Tindak Lanjut [Pendapat Mengikat]
Pihak Pemohon (Klien/Penyedia)	Menyiapkan deskripsi tertulis tentang	Menyampaikan informasi dan dokumen tambahan yang	Menerima [Pendapat Mengikat].	Khusus Klien, menerima kompensasi

	Pengajuan Permohonan	Pemeriksaan	Penerbitan [Pendapat Mengikat]	Tindak Lanjut [Pendapat Mengikat]
	Perselisihan Pencapaian Penghematan Energi. Mengirimkan uraian tersebut kepada Ahli Independen. [membayar 50% atas biaya penyelesaian Perselisihan Pencapaian Penghematan Energi.]	diperlukan oleh Ahli Independen (jika diperlukan).		kerugian (jika ada devisiasi energi).
Ahli Independen	mencatat penerimaan pemberitahuan dimulainya proses kepada pihak tergugat mengirimkan pemberitahuan tertulis tentang dimulainya proses kepada pihak tergugat menentukan biaya atas penyelesaian Perselisihan Pencapaian Penghematan Energi dan mengirimkan faktur ke Para Pihak masing-masing sebesar 50% biaya penyelesaian Perselisihan Pencapaian Penghematan Energi.	Memeriksa permohonan klaim atas Perselisihan Pencapaian Penghematan Energi; Meminta dokumen dan/atau informasi tambahan dari Penyedia dan/atau Klien (jika diperlukan); Menguraikan fakta dan analisis atas Perselisihan Pencapaian Penghematan Energi, termasuk verifikasi atas data-logger, dan metodologi perhitungan yang disampaikan oleh masing-masing Penyedia dan Klien; Menghitung kompensasi kerugian yang perlu dibayarkan oleh Penyedia kepada Klien apabila terdapat kesalahan dari	Menerbitkan [Pendapat Mengikat] yang menguraikan antara lain hal-hal berikut: Informasi Penghematan Energi yang Tercapai berbanding dengan Penghematan Energi yang Dijanjikan; dan kompensasi kerugian yang perlu dibayarkan oleh Penyedia kepada Klien (jika ada devisiasi energi).	Tidak perlu melakukan kegiatan tambahan apa pun.

ESI Indonesia Methodology Handbook PROSES DAN PERSYARATAN UMUM	Version Page Process owner	02 Page 12 / 23 BASE Foundation
---	----------------------------------	---------------------------------------

	Pengajuan Permohonan	Pemeriksaan	Penerbitan [Pendapat Mengikat]	Tindak Lanjut [Pendapat Mengikat]
		Penyedia yang mengakibatkan Penghematan Energi yang Tercapai dari Penghematan Energi yang Dijanjikan (jika terjadi); dan Menyusun [Pendapat Mengikat].		
Pihak Pemohon (Penyedia/Klien)	menerima dan meninjau pemberitahuan dimulainya proses pemeriksaan Pencapaian Penghematan Energi. [membayar 50% biaya atas penyelesaian Perselisihan Pencapaian Penghematan Energi.]	Menyampaikan informasi dan dokumen tambahan yang diperlukan oleh Ahli Independen (jika diperlukan).	Menerima [Pendapat Mengikat].	Khusus Penyedia, memberi kompensasi kerugian (jika ada devisiasi energi).

4 PERHITUNGAN EKONOMI

Dasar dari program ini adalah kemampuan teknologi baru untuk menghasilkan penghematan energi, dan akibatnya penghematan ekonomi, yang akan membayar kembali modal keuangan yang diinvestasikan di dalamnya dalam periode tertentu.

Sangat penting untuk mempertimbangkan jumlah penghematan (untuk langkah-langkah efisiensi energi), atau produksi (untuk langkah-langkah produksi energi terbarukan) per periode validasi, karena ini akan memungkinkan jangka waktu kredit dievaluasi dan kontrak dibuat di mana penyedia teknologi/ TP setuju untuk memasang peralatan yang, dalam kondisi yang disepakati dan untuk jangka waktu tertentu, menghasilkan penghematan yang dibutuhkan untuk membayar pembiayaan.

4.1 Definisi Investasi

Dalam konteks evaluasi keuangan untuk menentukan kelayakan proposal, perlu untuk menentukan jumlah investasi yang diperlukan untuk memasang dan mengoperasikan peralatan yang diusulkan (tidak termasuk biaya pemeliharaan). Penting untuk merinci masing-masing konsep investasi dan pengeluaran untuk menentukan total sumber daya keuangan yang dialokasikan untuk proyek.

ESI Indonesia Methodology Handbook PROSES DAN PERSYARATAN UMUM	Version Page Process owner	02 Page 13 / 23 BASE Foundation
---	----------------------------------	---------------------------------------

Pada dasarnya ada 4 konsep yang harus dipertimbangkan oleh penyedia teknologi untuk memperkirakan jumlah investasi:

1. Biaya peralatan utama yang terlibat dalam proyek.
2. Biaya pemasangan dan peralatan sekunder yang diperlukan untuk mengoperasikan peralatan utama.
3. Biaya keuangan, terutama mengingat bunga yang dihasilkan oleh modal yang dibiayai oleh perantara keuangan
4. Biaya Transaksi proyek (misalnya biaya validasi, biaya pengukuran, dan cakupan risiko)

4.2 Penghematan Ekonomi

Ada dua definisi berbeda dari Penghematan Ekonomi yang relevan dengan model ESI:

1. Penghematan ekonomi yang berkomitmen didasarkan pada $ES_{Committed}$ nilai hemat energi yang berkomitmen yang termasuk dalam kontrak ESI.
2. Penghematan Ekonomi Aktual didasarkan pada ES_{Actual} , yang merupakan nilai Hemat Energi berdasarkan data yang ditampilkan dalam data-logger dengan faktor penggunaan riil yang diekstrapolasi dan termasuk Faktor Operasi Proyek yang disepakati sesuai kontrak ESI.

Penting untuk menentukan faktor operasi, yang akan diperbaiki selama masa kontrak untuk memastikan bahwa TP atau CL tidak mengambil risiko di luar tanggung jawab TP atau CL, seperti fluktuasi harga satuan energi, fluktuasi jam operasional, penyalahgunaan peralatan. Faktor-faktor operasi harus disepakati dalam kontrak ESI dan diperhitungkan selama perhitungan dan validasi $ES_{Committed}$ dan ES_{Actual} . Selain itu, jumlah Penghematan Energi yang berkomitmen ($ES_{Committed}$) harus disepakati dalam kontrak dan harus didasarkan pada $ES_{Committed}$ yang divalidasi.

Kompensasi ekonomi potensial akan dihitung menggunakan $ES_{Committed}$ yang disepakati secara kontraktual dan faktor operasi (dalam hal $ES_{Actual} < ES_{Committed}$).

4.2.1 Komitmen Penghematan Ekonomi

Penghematan ekonomi yang dikomitmenkan menggambarkan penghematan yang dihitung dalam IDR (Rupiah Indonesia) berdasarkan $ES_{Committed}$ yang divalidasi dan Faktor Operasi yang disepakati, yang telah disepakati dalam kontrak ESI.

$$\begin{aligned}
 & \text{Committed Economic Savings for the period} \\
 &= (ES_{Committed}) \times \text{agreed units of transformed energy} \\
 & \quad \times \text{agreed cost per energy unit}
 \end{aligned}$$

Dimana;

$ES_{Committed}$ adalah jumlah penghematan yang dikomitmenkan setelah retrofit yang disepakati dalam kontrak ESI dan divalidasi oleh VE. Satuan = %

Unit energi yang diubah yang disepakati: adalah jumlah energi yang disepakati pada saat penandatanganan kontrak dan termasuk dalam faktor operasi yang ditentukan dalam kontrak ESI. Satuan = KWh

Biaya per unit energi yang disepakati: adalah harga satuan energi yang disepakati sebagaimana didefinisikan dalam faktor operasi yang ditentukan dalam kontrak ESI.

Contoh:

Dengan menggunakan contoh proyek AC, perhitungan perkiraan penghematan ekonomi untuk jangka waktu satu tahun ditunjukkan di bawah ini:

- 1) $ES_{Committed}$ dalam contoh ini adalah 30%
- 2) Unit energi transformasi yang disepakati adalah 100.000kWh dalam periode satu tahun
- 3) Biaya per unit energi yang disepakati untuk satu kWh adalah Rp1.500
- 4) Perhitungan Penghematan Ekonomi untuk Periode Satu Tahun

$$\begin{aligned} Committed\ Economic\ Savings &= 30\% \times 100,000kWh \times \frac{Rp1,500}{kWh} \\ &= Rp45,000,000 \end{aligned}$$

4.2.2 Penghematan Ekonomi Terdaftar

Penghematan ekonomi yang tercatat menggambarkan penghematan yang dihitung dalam IDR (Rupiah Indonesia) berdasarkan ES_{Actual} yang divalidasi dan faktor operasi yang disepakati, yang telah disepakati dalam kontrak ESI.

$$\begin{aligned} &Registered\ economic\ savings\ for\ the\ period \\ &= (ES_{Actual}) \times agreed\ units\ of\ transformed\ energy \\ &\quad \times agreed\ cost\ per\ energy\ unit \end{aligned}$$

Dimana;

ES_{Actual} adalah penghematan yang divalidasi setelah periode operasi satu tahun termasuk faktor operasi yang disepakati.

Unit energi yang diubah yang disepakati: adalah jumlah energi yang disepakati pada saat penandatanganan kontrak dan termasuk dalam faktor operasi yang ditentukan dalam kontrak ESI.

Biaya per unit energi yang disepakati adalah harga satuan energi yang disepakati sebagaimana didefinisikan dalam faktor operasi yang ditentukan dalam kontrak ESI.

Contoh:

Dengan menggunakan contoh proyek AC, perhitungan perkiraan penghematan ekonomi untuk jangka waktu satu tahun ditunjukkan di bawah ini:

- 1) ES_{Actual} dalam contoh ini adalah 26%
- 2) Unit energi yang disepakati adalah 100.000kWh dalam periode satu tahun
- 3) Biaya per unit energi yang disepakati untuk satu kWh adalah Rp1.500
- 4) Menghitung Penghematan Ekonomi Terdaftar selama satu tahun:

$$\begin{aligned} Registered\ economic\ savings\ per\ period &= 26\% \times 100,000kWh \times \frac{Rp1,500}{kWh} \\ &= Rp39,000,000 \end{aligned}$$

4.2.3 Penghematan Energi Yang Berkomitmen

Parameter ini adalah nilai persentase yang mewakili perkiraan penghematan per proyek, dihitung oleh TP untuk setiap teknologi menggunakan metodologi ESI. Nilai ini akan dimasukkan dalam kontrak ESI. Nilai ini harus dihitung untuk validasi Proposal Proyek (PPV)

$$ES_{committed}(\%) = \left(\frac{I_{br} - I_{ar}}{I_{br}} \right) \times 100$$

Dimana;

I_{br} : Indikator sebelum retrofit berdasarkan pengukuran yang dilakukan oleh TP dengan peralatan yang dikalibrasi. Nilai ini harus dihitung untuk PPV mengikuti metodologi yang dijelaskan dalam buku pegangan metodologi. Untuk indikator ini akan dipertimbangkan di antara parameter lainnya sebagai:

- Sebelum daya retrofit (kW): Daya motor keluaran BR
- Sebelum retrofit konsumsi energi (kWh): Konsumsi energi tahunan berdasarkan jam yang ditandatangani
- Waktu pengoperasian yang ditandatangani (h)
- Beban (%): % dari daya input BR dari peralatan yang digunakan.
- Untuk teknologi tertentu, dapat diukur parameter tambahan lain seperti Aliran udara (Sistem terkompresi udara), kinerja (boiler), produksi energi yang diharapkan (panel fotovoltaiik)

I_{ar} : Setelah indikator retrofit berdasarkan spesifikasi peralatan yang disediakan oleh TP dengan peralatan yang dikalibrasi. Nilai ini harus dihitung untuk PPV mengikuti metodologi yang dijelaskan dalam buku pegangan metodologi. Untuk indikator ini akan dipertimbangkan di antara parameter lainnya sebagai:

- Setelah daya retrofit (kW): Daya motor keluaran AR
- Konsumsi energi setelah retrofit (kWh): Konsumsi energi tahunan berdasarkan jam yang ditandatangani
- Waktu pengoperasian yang ditandatangani (h)
- Beban (%): % dari daya input AR dari peralatan yang digunakan.

4.2.4 Penghematan Energi Aktual

Parameter ini adalah nilai persentase yang dihitung dengan menggunakan data riil dari pencatat data Energi wajib dan mempertimbangkan faktor Operasi sesuai kontrak ESI. Nilai ini akan dimasukkan dalam kontrak ESI. Nilai ini harus dihitung untuk Validasi Tahunan Proyek (PAV) oleh VE.

$$ES_{actual}(\%) = \left(\frac{I_{br} - I_{ar(year\ n)}}{I_{br}} \right) \times 100$$

Dimana;

I_{br} : Indikator sebelum retrofit berdasarkan pengukuran yang dilakukan oleh TP dengan peralatan yang dikalibrasi. Nilai ini harus dihitung untuk PPV mengikuti metodologi yang dijelaskan dalam buku pegangan metodologi. Untuk indikator ini akan dipertimbangkan di antara parameter lainnya sebagai:

- Sebelum daya retrofit (kW): Daya motor keluaran BR
- Sebelum retrofit konsumsi energi (kWh): Konsumsi energi tahunan berdasarkan jam yang ditandatangani
- Waktu pengoperasian yang ditandatangani (h)
- Beban (%): % dari daya input BR dari peralatan yang digunakan.

- Untuk teknologi tertentu, dapat diukur parameter tambahan lain seperti Aliran udara (Sistem terkompresi udara), kinerja (boiler), produksi energi yang diharapkan (panel fotovoltaik)

$I_{ar(year\ n)}$: Setelah indikator retrofit berdasarkan pengukuran nyata selama satu tahun. Nilai ini harus dihitung untuk metodologi VE berikut yang dijelaskan dalam buku pegangan metodologi. Untuk indikator ini akan dipertimbangkan di antara parameter lainnya sebagai:

- Setelah retrofit (year n) konsumsi energi (kWh): Konsumsi energi tahunan berdasarkan jam yang ditandatangani
- Waktu pengoperasian yang ditandatangani (h)

Representasi grafis dari parameter ini adalah sebagai berikut:



4.2.5 Teknologi efisiensi energi

Teknologi yang termasuk dalam ruang lingkup proyek ESI adalah sebagai berikut:

- Motor listrik tiga fase-penggerak kecepatan variabel (VSD)
- Sistem terkompresi udara
- Sistem AC
- Lemari es
- Pencahayaan
- Dandang
- Kogenerasi mikro

- Fotovoltaik
- Sistem energi panas matahari

"Buku Pegangan Metodologi" menunjukkan prosedur praktis untuk mengevaluasi teknologi yang dirujuk. Namun, mungkin ada situasi lain seperti:

- 1) Teknologi tidak tercantum dalam buku pegangan metodologi.
- 2) Teknologi termasuk dalam daftar tetapi di luar cakupan (misalnya sistem pendingin udara)
- 3) Kombinasi teknologi yang termasuk dalam buku pegangan metodologi.
- 4) Kombinasi teknologi termasuk dan tidak termasuk dalam buku pegangan metodologi.

Untuk poin 2, 3 dan 4, diperlukan kajian individu tentang pemasangan yang dilakukan oleh VE. Selain itu, TP harus menyediakan prosedur untuk perhitungan parameter berikut:

- Committed Energy saving ($ES_{\text{committed}}$)
- Actual Energy saving (ES_{actual})
- BR Indicator (I_{br})
- AR Indicator (I_{ar})
- -AR(year n) Indicator ($I_{\text{ar}}(\text{year } n)$)

Prosedur ini juga harus mencakup:

1. Bagaimana parameter yang tercantum akan dihitung. Penting untuk disebutkan bahwa pemasok harus menentukan dan memperjelas tentang bagaimana parameter yang tercantum didefinisikan (serta harga).
2. Jika parameter tambahan akan digunakan, TP harus membenarkan alasannya. Jika parameter tambahan ini diukur, peralatan yang digunakan harus dikalibrasi seperti yang dijelaskan dalam metodologi ESI. Parameter tambahan ini akan disertakan dalam kontrak ESI. Nilai ini harus dihitung untuk Validasi Tahunan Proyek (PAV) oleh VE.

4.3 Kompensasi Ekonomi

Bagian ini menjelaskan bagaimana *Committed Economic Savings* dan *Registered Economic Savings* digunakan untuk mendefinisikan jumlah penghematan ekonomi yang dicapai. Dengan membandingkan Committed Economic Savings dengan Registered Economic Savings, Economic Deviation dihitung. Jika Economic Deviation bersifat negatif, TP harus mengkompensasi jumlah Economic Deviation. Jika Economic Deviation bernilai 0 atau positif, tidak diperlukan kompensasi.

Tabel 1: Contoh kinerja proyek

Periode Validasi	$ES_{\text{Committed}}$	ES_{Actual}	Perbandingan Penghematan Ekonomi	Kepatuhan
Tahun 1	30 %	33%	Terdaftar > Berkomitmen $33\% > 30\%$	Terpenuhi

Periode Validasi	ES _{Committed}	ES _{Actual}	Perbandingan Penghematan Ekonomi	Kepatuhan
Tahun 2	30 %	31%	Terdaftar > Berkomitmen 31% > 30%	Terpenuhi
Tahun 3	30 %	26%	Terdaftar < Berkomitmen 26% < 30%	Gagal memenuhi
Tahun 4	30 %	30%	Terdaftar = Berkomitmen 30% = 30%	Terpenuhi

Untuk menghitung tingkat kepatuhan, Economic Deviation dihitung berdasarkan rumus berikut :

$$\text{Economic Deviation} = \frac{ES_{\text{Committed}} - ES_{\text{Actual}}}{100} \times \text{agreed units of transformed energy} \\ \times \text{agreed cost per energy unit}$$

Dimana;

Deviasi Ekonomi (Economic Deviation) adalah deviasi antara Penghematan Ekonomi yang Terdaftar dan Penghematan Ekonomi yang Ditetapkan dalam IDR (Rupiah Indonesia).

Dalam hal Penyimpangan Ekonomi sama dengan atau lebih besar dari nol, itu berarti proyek telah memenuhi penghematan yang disepakati dalam periode yang divalidasi (perwakilan dari $ES_{\text{Actual}} \geq ES_{\text{Committed}}$). Jika penyimpangan ekonomi kurang dari nol, proyek TIDAK memenuhi penghematan yang disepakati dalam periode validasi (perwakilan $ES_{\text{Actual}} < ES_{\text{Committed}}$).

Dalam hal proyek belum memenuhi penghematan yang disepakati, kerusakan ekonomi yang tersirat dari kurangnya pemenuhan dan kompensasi harus dilakukan dalam jumlah Penyimpangan Ekonomi.

Contoh:

ES_{Actual}: 26%, 100.000kWh unit energi yang disepakati, Rp1.500/kWh biaya energi yang disepakati

ES_{Committed}: 30%, 100.000kWh unit energi yang disepakati, Rp1.500/kWh biaya energi yang disepakati

Penyimpangan Ekonomi Adalah:

$$\text{Economic Deviation} = \frac{(30 - 26)}{100} \times 100,000(kWh) \times 1,500 \left(\frac{Rp}{kWh} \right) = Rp6,000,000$$

Kompensasi sebesar Rp6.000.000 harus dibayarkan kepada klien.

4.4 Pengurangan Emisi Gas Rumah Kaca (CO2e)

4.4.1 Informasi umum

Cara lain untuk mengevaluasi beberapa manfaat tambahan yang terkait dengan hasil yang diperoleh dari penghematan energi yang dicapai di setiap proyek efisiensi energi adalah dengan mengukur

pengurangan Gas Rumah Kaca (GRK) dalam unit CO₂e, yang dilaporkan di bawah laporan keberlanjutan tahunan perusahaan mana pun.

Untuk mencapai hal di atas, perlu mempertimbangkan sumber energi yang terkait dengan aktivitas utama setiap proyek dan teknologi yang sesuai, karena pendekatan metodologis yang berlaku untuk mengukur reduksi tergantung pada elemen-elemen ini, sesuai dengan kategori yang ditentukan untuk tujuan operasional proyek saat ini.

4.4.2 Kuantifikasi pengurangan emisi untuk proyek Listrik

Pengurangan emisi GRK untuk Proyek Gabungan, termasuk penghematan energi dan bahan bakar harus diukur dengan menerapkan persamaan berikut:

$$\text{Reduction of GHG emissions} =$$

$$(ES_{\text{Actual}} \times \text{agreed units of transformed energy} \times FE)$$

Dimana:

Pengurangan emisi GRK, adalah Jumlah Gas Rumah Kaca yang berkurang sebagai hasil dari penghematan konsumsi listrik (kgCO₂e)

ES_{Actual} adalah penghematan energi yang dicapai, dihitung setelah satu tahun berdasarkan informasi data-logger [%]

Unit energi yang diubah yang disepakati: adalah jumlah energi yang disepakati pada saat penandatanganan kontrak dan termasuk dalam faktor operasi yang ditentukan dalam kontrak ESI [kWh]

FE adalah faktor emisi GRK untuk konsumsi listrik untuk tahun yang sama (tonCO₂e/MWh) atau bahan bakar fosil [tonCO₂e/MWh].

Dalam hal penghematan konsumsi listrik, telah diasumsikan sebagai faktor emisi untuk jaringan listrik nasional untuk perhitungan persediaan pengurangan emisi. Karena tujuan dampak jangka panjang ESI proyek, pendekatan faktor emisi Life Cycle Assessment (LCA) untuk jaringan listrik nasional dipilih dari publikasi dari Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, "Faktor Emisi GRK Tahun 2019"

(tersedia di https://gatrik.esdm.go.id/frontend/download_index/?kode_category=emisi_pl atau https://gatrik.esdm.go.id/assets/uploads/download_index/files/96d7c-nilai-fe-grk-sistem-ketenagalistrikan-tahun-2019.pdf).

Dalam hal pengurangan konsumsi bahan bakar, faktor emisi LCA yang komprehensif juga diterapkan untuk jenis sumber energi seperti yang disyaratkan oleh proyek, seperti yang disediakan dalam Publikasi Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, Kementerian Energi dan Sumber daya Mineral, Tabel 1 "Inventarisasi Emisi GRK Sektor Energy",

(tersedia di <https://www.esdm.go.id/assets/media/content/content-inventarisasi-emisi-gas-rumah-kaca-sektor-energi-tahun-2018.pdf>)

5 PERSYARATAN PENGUKURAN DAN PELAPORAN

5.1 Umum

Untuk memastikan kualitas, kebenaran, akurasi, konsistensi, transparansi, dan keterwakilan hasil yang dicapai melalui langkah-langkah efisiensi energi, diperlukan untuk mendokumentasikan semua

pengukuran secara rinci untuk memastikan jejak audit validasi, yang memungkinkan desain dan pengoperasian proyek yang dikembangkan mengikuti pendekatan manajemen mutu yang berorientasi pada hasil.

Metodologi pengukuran, pelaporan, dan verifikasi ESI (MRV) didasarkan pada Opsi A - Metodologi protokol IPMVP. Pengukuran, pelaporan, dan validasi harus mengikuti Buku Pegangan Metodologi ESI. Semua pengukuran harus dilaporkan dengan templat laporan Pengukuran ESI.

Persyaratan pelaporan minimum berikut akan berlaku:

1. Umum: Waktu dan Tanggal pengukuran harus dicatat. Kerangka waktu pengukuran dan nilai terukur harus dicatat. Rincian peralatan pengukuran yang digunakan harus dicatat (merek, jenis, model). Sertifikat kalibrasi yang valid dari peralatan bekas harus diberikan
2. Manajemen akurasi dan ketidakpastian: ketidakpastian hasil, termasuk akurasi pengukuran, perlu dikelola pada tingkat yang sesuai untuk tujuan MRV. Pernyataan yang jelas mengenai keakuratan hasil dan langkah-langkah yang diambil untuk mengurangi ketidakpastian harus disertakan dalam laporan hasil.
3. Transparansi dan reproduktif: proses pengukuran harus didokumentasikan untuk memastikan transparansi dan ketertelusuran proses. Pengukuran harus didokumentasikan dengan cara yang memastikan reproduktifitas, yang berkontribusi pada kepercayaan hasil yang dilaporkan untuk verifikasi selanjutnya yang menunjukkan bahwa semua pengukuran telah dilakukan terhadap metodologi pengukuran yang diusulkan.
4. Pelaporan harus dilakukan berdasarkan templat laporan Pengukuran ESI.

5.2 Pengukuran Peralatan Sebelumnya

Pelacakan parameter penting yang dipantau untuk menentukan penghematan energi, misalnya sebagai energi input, kerja output, waktu pengoperasian, aliran, tekanan, dan variabel lain yang akan ditentukan. Pengukuran adalah elemen penting pertama dalam penilaian efisiensi secara keseluruhan, memungkinkan pengumpulan data penting yang diperlukan untuk menyiapkan laporan dan, akhirnya, verifikasi. Apa yang diperlukan untuk pengukuran sepenuhnya tergantung pada parameter yang diminta untuk melakukan perhitungan yang diperlukan. Buku Pegangan Metodologi ESI mencakup deskripsi terperinci tentang pengukuran yang diperlukan untuk setiap jenis peralatan.

5.3 Pencatat data

Pencatat data harus dipasang sebagai bagian dari ruang lingkup proyek untuk memastikan sumber data berkelanjutan untuk konsumsi energi dan waktu penggunaan peralatan dan/atau beban selama operasi setelah retrofit.

Pencatat data harus dipasang sedemikian rupa sehingga mereka murni mengukur konsumsi peralatan saja.

Persyaratan minimum untuk pencatat data bervariasi berdasarkan jenis peralatan, ringkasan data potensial yang akan dicatat diberikan di sini:

1. Accumulated energy consumption [kWh]
2. Instant power [kW]
3. Weighted power [kW]
4. Voltage [V]
5. Intensity [A]

6. Accumulated operation hours [h]
7. Storage of air flow [m³/hr]

Rincian persyaratan khusus pada setiap jenis peralatan diberikan dalam Buku Pegangan Metodologi ESI.

5.4 Waktu validasi

Perkiraan kerangka waktu validasi yang diperlukan oleh VE untuk menyelesaikan tugas validasi tertentu ditunjukkan pada tabel di bawah ini. Perhitungan kerangka waktu didasarkan pada asumsi penyerahan dokumentasi yang lengkap dan benar dan pada proyek peralatan tunggal.

Langkah validasi	Perkiraan waktu untuk menyelesaikan validasi
Validasi Proposal Proyek (PPV)	5 hari kerja
Validasi instalasi proyek (PIV)	1 hari di lokasi + 3 hari kerja pelaporan
Validasi tahunan proyek (PAV)	5 hari kerja
Tindakan korektif	5 Hari kerja

Jika ada tindakan korektif yang diperlukan, kerangka waktu yang disebutkan di atas akan ditunda oleh waktu yang diperlukan untuk menutup tindakan korektif.

Kerangka waktu validasi dapat bervariasi tergantung pada kompleksitas teknologi atau proyek.

6 PROYEK DENGAN JENIS MULTI-PERALATAN

Proposal proyek dapat mencakup beberapa peralatan dalam lingkup proposal. Dalam situasi itu, ketika sebuah proyek mencakup lebih dari satu teknologi, perbedaan berikut berlaku untuk proses validasi:

- Proses validasi proposal: Jenis peralatan yang berbeda harus dihitung, dilaporkan, dan diklaim secara terpisah untuk proyek tertentu. Pencatat data terpisah harus dipasang untuk setiap peralatan sesuai persyaratan khusus untuk setiap jenis peralatan. Nilai ES_{committed} tertimbang harus dihitung.
- Validasi penghematan tahunan: CL atau TP klien diharuskan untuk melaporkan setiap pencatat data energi untuk setiap jenis peralatan secara terpisah. Perhitungan penghematan akhir akan dilakukan untuk setiap jenis peralatan secara terpisah. Nilai tahunan ES global atau tertimbang harus dihitung

6.1 Proyek Dengan Beberapa Peralatan Dengan Teknologi Yang Sama.

Jika proyek AR mencakup lebih dari satu peralatan dengan teknologi yang sama, nilai ES tertimbang (committed and actual) harus dihitung. Nilai ES akhir akan menjadi rata-rata tertimbang dari nilai yang berbeda. Faktor pembobotan akan menjadi sebagai berikut tergantung pada teknologinya:

Meskipun sebuah proyek mencakup peralatan yang berbeda dengan teknologi yang sama, pencatat data wajib setelah retrofit harus dipasang di setiap peralatan secara terpisah.

ESI Indonesia Methodology Handbook PROSES DAN PERSYARATAN UMUM	Version Page Process owner	02 Page 22 / 23 BASE Foundation
---	----------------------------------	---------------------------------------

Teknologi	Faktor pembobotan	ES _{committed}	ES _{annual} (*)
Motor listrik tiga fase- penggerak kecepatan variabel (VSD)	Daya keluaran nominal	C _{br}	C _{ar} (year n)
Udara terkompresi Sistem	Daya keluaran nominal	C _{br}	C _{ar} (year n)
Sistem AC	Daya input rata-rata antara daya input pendinginan dan pemanasan-AR	C _{br}	C _{ar} (year n)
Lemari es	Daya keluaran nominal	C _{br}	C _{ar} (year n)
Pencahayaan	Daya keluaran nominal	C _{br}	C _{ar} (year n)
Dandang	Daya termal nominal	C _{br}	C _{ar} (year n)
Kogenerasi mikro	Produksi energi	C _{br}	EP _{ar} (year n) (kWh)
Fotovoltaik	Produksi energi	C _{br}	EP _{ar} (year n) (kWh)
Sistem energi panas matahari	Produksi energi	C _{br}	EP _{ar} (year n) (kWh)

(*) Data yang diperoleh dari pencatat data energi wajib

Dengan cara ini, nilai hemat energi harus dihitung secara terpisah per peralatan. Setelah itu, nilai ES tertimbang harus dihitung:

$$ES_{committed (weighted)}(\%) =$$

$$\frac{(ES_{committed (1)}(\%) * Weighted factor 1) + (ES_{committed (2)}(\%) * Weighted factor 2)}{Weighted factor 1 + Weighted factor 2}$$

$$ES_{actual (weighted)}(\%) =$$

$$\frac{(ES_{actual (1)}(\%) * Weighted factor 1) + (ES_{actual (2)}(\%) * Weighted factor 2)}{Weighted factor 1 + Weighted factor 2}$$

Penghematan ekonomi yang berkomitmen dan terdaftar harus dihitung sesuai dengan bagian 4.2.1 dan 4.2.2. prosedur ini.

6.2 Proyek Dengan Beberapa Peralatan Dengan Teknologi Berbeda.

Jika proyek tersebut mencakup peralatan yang berbeda dari teknologi yang berbeda, nilai ES global harus dihitung. Dalam hal ini akan ada 2 opsi:

- Opsi A: Menggunakan meteran untuk menilai total konsumsi energi proyek. Oleh karena itu, prosedur terperinci harus disediakan oleh TP. Prosedur ini akan menjelaskan bagaimana total konsumsi energi akan dihitung. Untuk pengukuran BR, total konsumsi energi harus diperkirakan berdasarkan pengukuran pendek. Durasi minimum pengukuran pendek adalah 1 bulan. (Kecuali untuk peralatan sistem AC, di mana pengukuran akan berlangsung setidaknya 6 bulan.
- Opsi B: Seperti yang dijelaskan di bagian 6.1 dari prosedur saat ini.

Penghematan energi yang berkomitmen dan terdaftar harus dihitung sesuai dengan bagian 4.2.1 dan 4.2.2. dari prosedur ini.

7 ANTARMUKA KOMUNIKASI/SISTEM INFORMASI MANAJEMEN

Platform komunikasi utama adalah sistem Informasi Manajemen ESI, menyediakan akses ke divalidasi dan akses CL khusus proyek. Semua dokumen dan informasi harus diserahkan melalui sistem Informasi Manajemen ESI di mana juga laporan validasi dapat diakses.

8 LAINNYA

Jika CL dan TP memutuskan untuk mengubah ruang lingkup proyek, misalnya peralatan yang berbeda, peralatan tambahan, dll. dalam proyek ketika validasi proyek telah dimulai, TP harus mengajukan permintaan validasi proyek baru, menyerahkan semua dokumentasi terkait yang terkait dengan ruang lingkup proyek baru dan meminta validasi baru. Dalam hal ini, validasi yang dimulai sebelumnya akan dibatalkan.

9 SEJARAH

Versi	menggantikan	Perubahan utama:
0		Versi pertama setelah umpan balik internal.
1	0	Modifikasi dalam metodologi berikut:-Fotovoltaik
2	1	Modifikasi penamaan dan metodologi.