

Panduan Pengguna Untuk Sektor Rumah Tangga

Indonesia 2050 Pathway Calculator

Daftar Isi

1. Ikhtisar dan Faktor Penentu Konsumsi Energi Sektor Rumah Tangga.....	3
2. Metodologi.....	5
3. Asumsi	6
4. Hasil Perhitungan	22
5. Referensi	25

Daftar Tabel

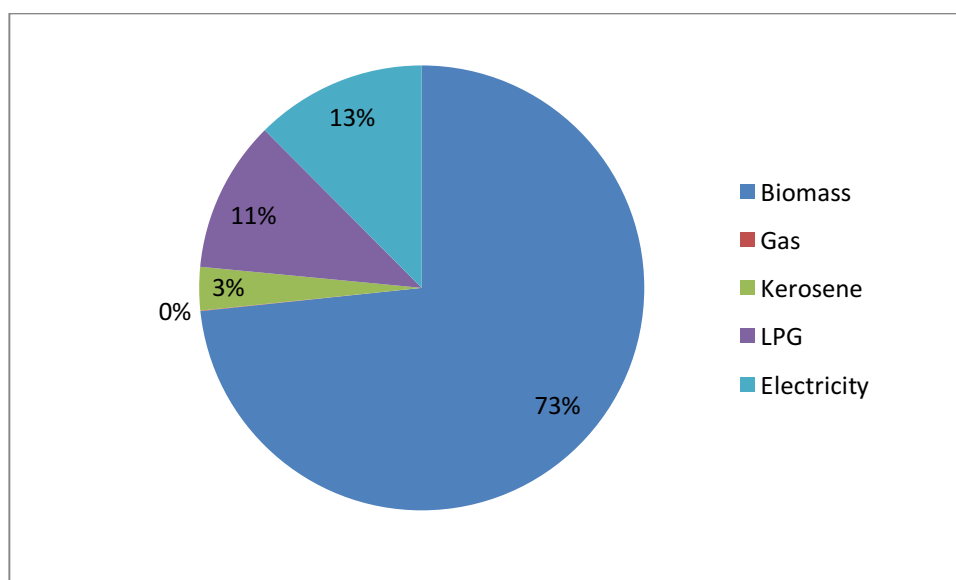
Tabel 1. Proyeksi jumlah penduduk dan rumah tangga	5
Tabel 2. Struktur model sektor rumah tangga	6
Tabel 3. Asumsi konsumsi energi untuk tiap pemanfaatan energi berdasarkan jenis bahan bakar	7
Tabel 4. Asumsi intensitas energi per periode	8
Tabel 5. Intensitas energi rumah tangga pedesaan dan perkotaan untuk tiap pemanfaatan energi pada tahun dasar	22

Daftar Gambar

Gambar 1. Konsumsi energi rumah tangga Indonesia (desa dan kota) tahun 2011	3
Gambar 2. Konsumsi energi rumah tangga perkotaan per bulan	4
Gambar 3. Komposisi konsumsi energi rumah tangga perkotaan berdasarkan jenis sumber energi	4
Gambar 4. (a) Pangsa konsumsi listrik rumah tangga perkotaan Indonesia menurut penggunaan (b) Pangsa konsumsi listrik rumah tangga untuk semua golongan tarif (berdasarkan 1 minggu pengukuran)	7
Gambar 5. Hubungan antara penghasilan dan konsumsi listrik rumah tangga Indonesia	10
Gambar 6. Prediksi penetrasi LED di Amerika Serikat	11
Gambar 7. Prediksi penetrasi peralatan rumah tangga dengan efisiensi tinggi di Thailand	14
Gambar 8. Prediksi penetrasi AC dengan efisiensi tinggi	17
Gambar 9. Konsumsi energi rumah tangga untuk pencahayaan	22
Gambar 10. Konsumsi energi rumah tangga untuk memasak	23
Gambar 11. Konsumsi energi rumah tangga untuk pendinginan	23
Gambar 12. Konsumsi energi rumah tangga untuk peralatan lain	24

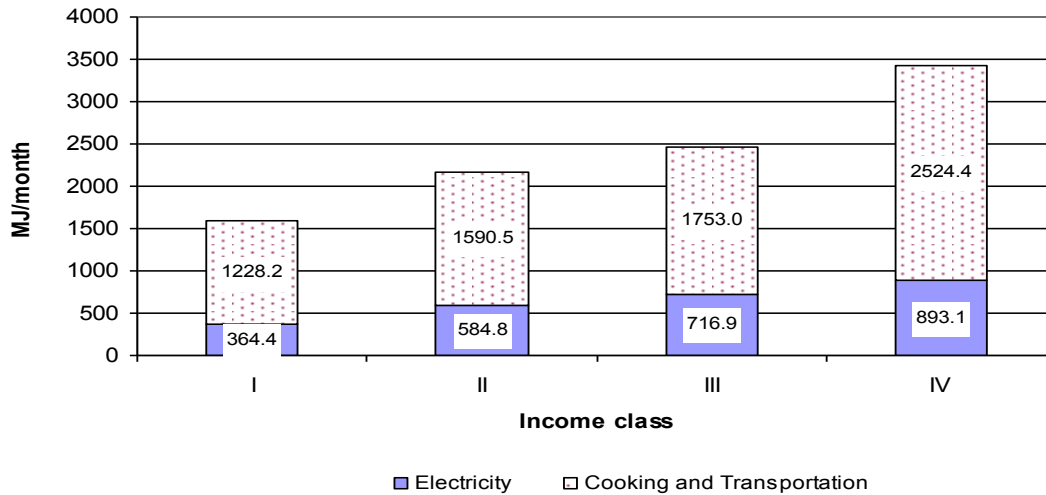
1. Ikhtisar dan Faktor Penentu Konsumsi Energi Sektor Rumah Tangga

Indonesia adalah negara dengan populasi terbesar keempat di dunia. Sensus 2010 oleh Badan Pusat Statistik Indonesia (BPS) mencatat jumlah penduduk Indonesia sebanyak 237,5 juta orang. Pada tahun 2011, konsumsi energi sektor rumah tangga Indonesia dari total konsumsi energi final adalah kedua terbesar setelah sektor industri, yaitu mencapai 319.280.000 SBM atau 37,5% dari total konsumsi energi final. Biomassa adalah jenis energi yang paling banyak dikonsumsi di sektor ini, yaitu sebesar 73,3% dari total konsumsi energi final diikuti oleh listrik, LPG, dan gas kota, masing-masing sebesar 12,5%, 11,0%, 3,1%, dan 0,04% sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 1.

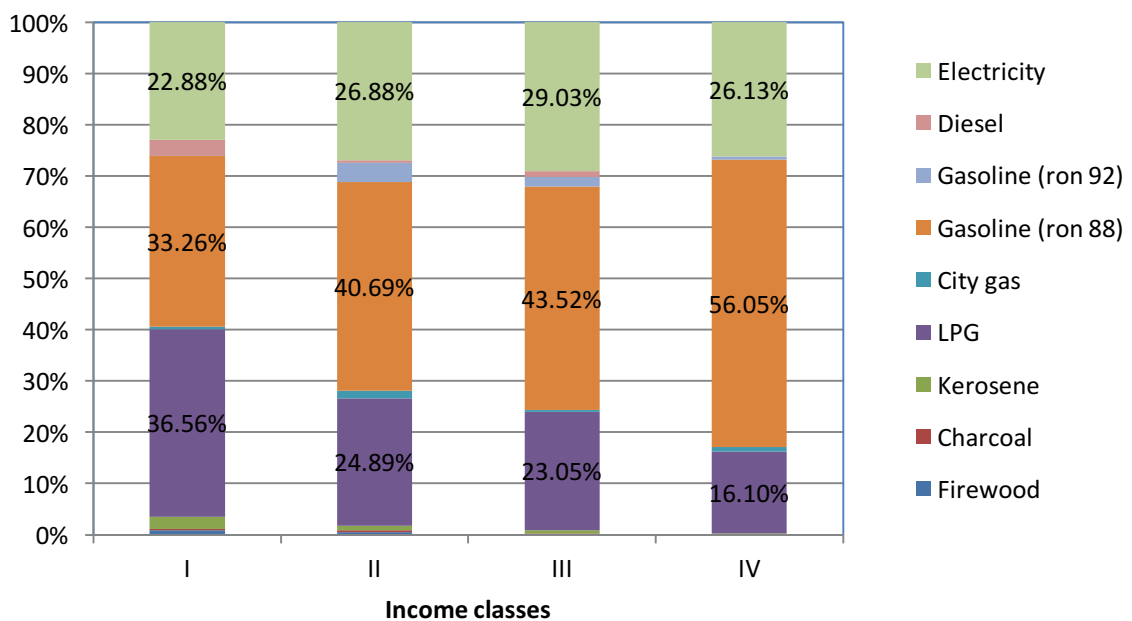


Gambar 1. Konsumsi energi rumah tangga Indonesia (desa dan kota) tahun 2011

Disparitas konsumsi energi dan akses terhadap sumber daya energi adalah dua masalah utama konsumsi energi di sektor rumah tangga Indonesia. Masalah ini disebabkan oleh karakteristik konsumsi energi di sektor rumah tangga Indonesia yang didominasi oleh konsumsi energi non komersial dan dominasi kelompok rumah tangga berpenghasilan tinggi di konsumsi energi komersial. Gambar 2 dan 3 menggambarkan konsumsi energi rumah tangga perkotaan per bulan dan komposisi konsumsi energi rumah tangga perkotaan berdasarkan jenis sumber energi. Dengan memperhatikan Gambar 1, 2 dan 3, jelas bahwa biomassa lebih banyak dikonsumsi oleh rumah tangga pedesaan.



Gambar 2. Konsumsi energi rumah tangga perkotaan per bulan



Gambar 3. Komposisi konsumsi energi rumah tangga perkotaan berdasarkan jenis sumber energi

Banyak faktor yang menentukan konsumsi energi di sektor rumah tangga. Faktor-faktor tersebut terbagi ke dalam beberapa kategori, antara lain: demografi, ekonomi, teknologi, dan gaya hidup. Meningkatnya populasi akan meningkatkan jumlah rumah tangga yang pada akhirnya akan meningkatkan konsumsi energi sektor rumah tangga. Konsumsi energi sektor rumah tangga juga ditentukan oleh pendapatan rumah tangga, di mana keluarga dengan pendapatan yang lebih tinggi pada umumnya mengonsumsi lebih banyak energi dibandingkan keluarga dengan pendapatan yang lebih rendah. Pembagian kelas pendapatan pada Gambar 2 dan 3 di atas dibuat berdasarkan data

distribusi pendapatan per kapita responden survei studi. Kelas I mempunyai pendapatan per kapita lebih kecil dari Rp 412.000, kelas II mempunyai pendapatan per kapita antara Rp 412.000-Rp 978.000, kelas III mempunyai pendapatan per kapita antara Rp 978.000-1.543.000, sementara kelas IV memiliki pendapatan per kapita lebih besar dari Rp. 1.543.000.

2. Metodologi

Konsumsi energi sektor rumah tangga dihitung dengan menggunakan model pengguna akhir. Pendekatan ini digunakan dengan tujuan untuk mengakomodasi penurunan intensitas energi di masa mendatang yang disebabkan oleh perubahan teknologi. Dengan menggunakan pendekatan ini, konsumsi energi merupakan perkalian dari tingkat aktivitas dan intensitas energi sebagaimana yang diilustrasikan dalam persamaan di bawah:

$$\text{Konsumsi Energi} = \text{Tingkat Aktivitas} \times \text{Intensitas Energi}$$

Pada sektor rumah tangga, tingkat aktivitas adalah jumlah rumah tangga sedangkan intensitas energy terdiri dari empat jenis pemanfaatan energi dalam rumah tangga, yaitu pencahayaan, memasak, pendinginan, dan lain-lain seperti televisi, dispenser, setrika, dan kipas angin. Jumlah rumah tangga dapat dihitung dengan membagi jumlah penduduk dengan ukuran rumah tangga. Tabel 1 menunjukkan prediksi jumlah penduduk dan jumlah rumah tangga selama periode 2011-2050.

Tabel 1. Proyeksi jumlah penduduk dan rumah tangga

Tahun	Jumlah Penduduk (Juta)	Jumlah Rumah Tangga (Ribuan)
2011	242.0	62200
2015	255.5	65600
2020	271.1	69400
2025	282.1	74352
2030	293.6	79658
2035	305.5	85342
2040	317.9	91431
2045	330.9	97955
2050	344.3	104945

Data proyeksi jumlah penduduk dari tahun 2011 sampai tahun 2020 diperoleh dari presentasi Badan Pusat Statistik (BPS) dari konsultasi para pemangku kepentingan. Data historis penduduk Indonesia pada rentang tahun 1990-2008 menunjukkan bahwa ukuran rumah tangga menurun 0,58% per tahun.

Model ini menggunakan data persentase tersebut untuk memproyeksikan ukuran rumah tangga dari tahun dasar hingga tahun 2050. Tabel 2 menunjukkan struktur model sektor rumah tangga.

Tabel 2. Struktur model sektor rumah tangga

Struktur	Aktivitas	Unit Intensitas
Pencahayaan	Jumlah rumah tangga	<i>boe/rt/tahun</i>
Memasak		<i>boe/rt/tahun</i>
Pendinginan (AC)		<i>boe/rt/tahun</i>
Lain-lain		<i>boe/rt/tahun</i>

Keterangan: boe merupakan singkatan dari barrel of oil equivalent atau setara barel minyak (SBM)

Data tahun dasar intensitas energi untuk tiap jenis penggunaan (pencahayaan, memasak, pendinginan, dan lain-lain) diambil dari *Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia 2012* dan kesepakatan tim pengembang modul. Penilaian ini didasarkan pada berbagai makalah penelitian dan dokumen pemerintah. Intensitas energi untuk tiap jenis penggunaan berbeda antara rumah tangga perkotaan dan pedesaan. Model ini menggunakan kesepakatan tim pengembang modul dalam menentukan perbedaan intensitas antara rumah tangga pedesaan dan rumah tangga perkotaan (dalam persentase) seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 5.

Teknologi merupakan faktor penting yang menentukan intensitas energi tiap jenis pemanfaatan energi. Konsultasi dengan para pemangku kepentingan telah dilakukan untuk memproyeksikan intensitas energi dari tahun dasar hingga tahun 2050. Tujuan dari konsultasi ini adalah untuk mendapatkan masukan dari para pemangku kepentingan terkait dengan pengurangan intensitas energi untuk tiap jenis pemanfaatan (pencahayaan, memasak, AC, dan lain-lain). Pengurangan intensitas energi tidak hanya dikaitkan dengan teknologi peralatan tetapi juga faktor lainnya seperti desain pasif bangunan (misalnya isolasi, pencahayaan alami, dan lain-lain).

3. Asumsi

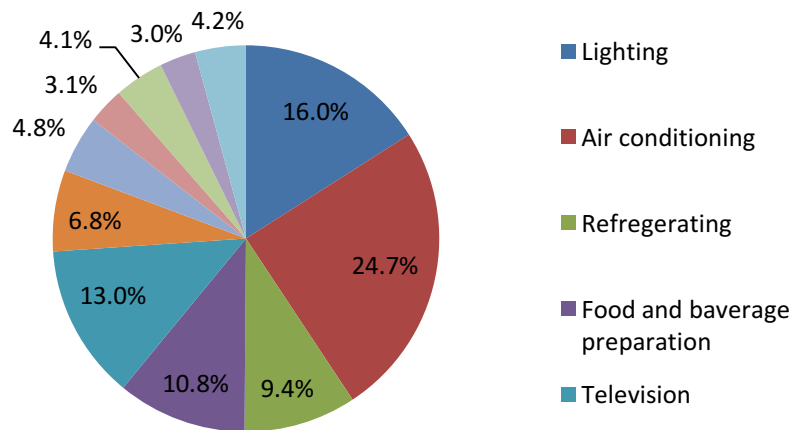
3.1 *Expert judgment* intensitas energi per penggunaan

Karena struktur konsumsi energi sektor rumah tangga dalam *Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia 2012* berbeda dari struktur di dalam model ini, *expert judgment* diperlukan untuk menemukan intensitas energi tiap jenis pemanfaatan energi pada tahun dasar. Tabel 3 menyajikan asumsi tim pengembang dalam menentukan konsumsi energi untuk tiap pemanfaatan berdasarkan jenis bahan bakar.

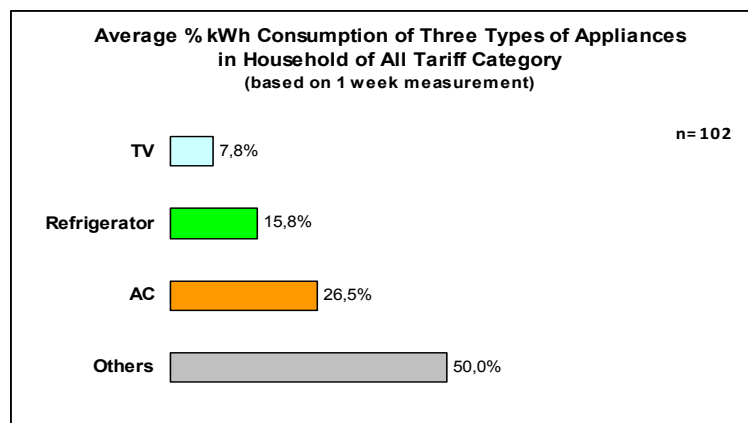
Tabel 3. Asumsi konsumsi energi untuk tiap pemanfaatan energi berdasarkan jenis bahan bakar

	Biomassa	Minyak tanah	LPG	Listrik
Pencahayaan		1%		19%
Memasak	100%	99%	100%	9%
Pendinginan (AC)				24%
Lain-lain				48%

Untuk konsumsi listrik, asumsi konsumsi energi pada tabel 3 di atas dibuat berdasarkan beberapa studi tentang survei konsumsi energi sektor rumah tangga di Indonesia. Hasil survei tersebut dapat dilihat pada Gambar 4 di bawah.



(a)



(b)

Gambar 4. (a) Pangsa konsumsi listrik rumah tangga perkotaan Indonesia menurut penggunaan (b) Pangsa konsumsi listrik rumah tangga untuk semua golongan tarif (berdasarkan 1 minggu pengukuran)

3.2 Asumsi intensitas energi per periode

Intenitas energi per rumah tangga dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain: pertumbuhan ekonomi, efisiensi teknologi, dan gaya hidup. Pertumbuhan ekonomi yang meningkat menyebabkan pendapatan per kapita meningkat. Pada gilirannya hal ini akan meningkatkan standar hidup dan konsumsi energi sektor rumah tangga. Walaupun jumlah peralatan dalam sektor rumah tangga meningkat seiring dengan peningkatan taraf hidup, tetapi konsumsi energi per peralatan diperkirakan akan turun akibat peningkatan efisiensi. Kesadaran akan pentingnya penghematan energi juga akan berkontribusi pada pengurangan konsumsi energi di sektor rumah tangga.

Secara umum, tingkat pertumbuhan ekonomi dan penetrasi teknologi yang lebih efisien akan berbeda pada rentang waktu yang berbeda. Tim pengembang sepakat untuk membagi periode penurunan intensitas ke dalam tiga periode, yaitu: 2011-2025, 2026-2035, dan 2036-2050. Nilai intensitas dalam tiap periode dihitung dengan menggunakan teknik interpolasi. Detail peningkatan (penurunan) intensitas tiap periode dapat dilihat pada Tabel 4. Nilai pada tabel ini dibuat berdasarkan sejumlah faktor, yaitu: peningkatan rasio elektrifikasi, peningkatan standar hidup, dan penetrasi teknologi yang lebih efisien termasuk di dalamnya pengaruh desain pasif misalnya perbaikan insulasi dan pencahayaan alami. Kontribusi faktor-faktor di atas akan dibahas lebih lanjut di bagian 3.3 di bawah.

Tabel 4. Asumsi intensitas energi per periode

Struktur	Trajectory/Leveling	Penambahan (pengurangan) intensitas energi relatif terhadap tahun dasar (2011)		
		2025	2035	2050
Pencahayaan	Level 1	30%	35%	25%
	Level 2	20%	25%	5%
	Level 3	10%	15%	(10%)
	Level 4	5%	8%	(25%)
Memasak	Level 1	30%	35%	25%
	Level 2	20%	25%	15%
	Level 3	10%	15%	0%
	Level 4	5%	8%	(10%)
Pendinginan (AC)	Level 1	30%	35%	25%
	Level 2	20%	25%	10%
	Level 3	10%	15%	(5%)
	Level 4	5%	8%	(20%)
Lain-lain	Level 1	30%	35%	25%
	Level 2	20%	25%	10%
	Level 3	10%	15%	0%
	Level 4	5%	8%	(10%)

Tabel di atas menunjukkan peningkatan dan penurunan intensitas energi di tahun-tahun tertentu (2025, 2035, dan 2050) terhadap tahun dasar (2011). Tabel di atas menunjukkan bahwa antara tahun dasar hingga tahun 2025 diasumsikan bahwa intensitas energi per rumah tangga meningkat, kemudian meningkat lagi tetapi dengan laju yang lebih kecil daripada periode sebelumnya hingga tahun 2035, selanjutnya turun hingga tahun 2050. Tren naiknya intensitas energi dari tahun dasar hingga tahun 2025 disebabkan oleh naiknya standar hidup dan rasio elektrifikasi. Hal ini diperkuat dengan adanya data daftar tunggu rumah tangga yang menginginkan akses listrik pada statistik PLN. Fakta ini menunjukkan bahwa sebenarnya potensi konsumsi energi sektor rumah tangga lebih besar daripada yang tercatat dalam *Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia 2012*. Antara tahun 2026-2035, intensitas energi diasumsikan naik dengan laju yang lebih lambat. Di satu sisi terjadi tambahan jumlah rumah tangga yang mendapatkan akses energi dan penambahan peralatan pengguna energi akibat peningkatan taraf hidup. Sedangkan, di sisi lain terjadi penurunan intensitas energi per peralatan akibat penetrasi teknologi yang lebih efisien. Antara tahun 2036-2050, akses energi sektor rumah tangga sudah hampir jenuh sementara terjadi penetrasi teknologi yang lebih efisien. Hal ini menyebabkan penurunan intensitas energi.

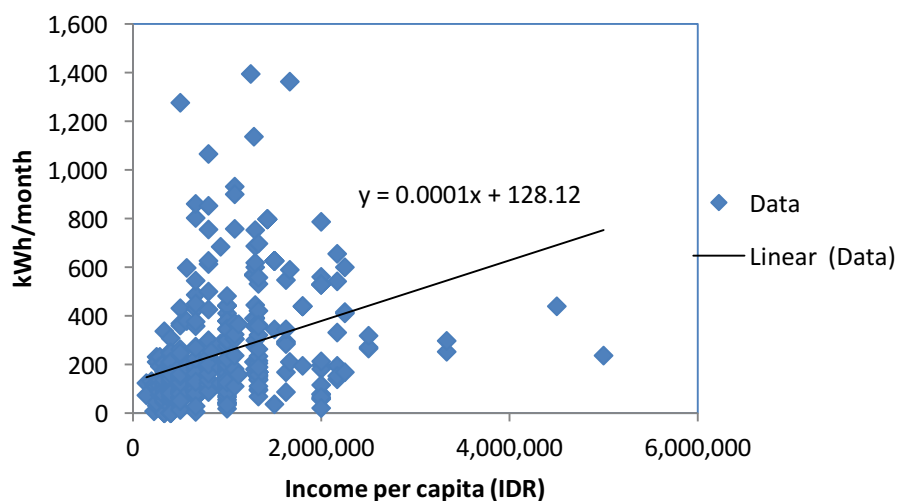
3.3 Logika *Leveling*

Seperti disebutkan sebelumnya, perubahan intensitas energi untuk tiap level pada Tabel 4 di atas diakibatkan oleh beberapa faktor, yaitu (1) pertumbuhan ekonomi yang berakibat pada peningkatan taraf hidup, (2) efisiensi teknologi, (3) rasio elektrifikasi, (4) subsidi listrik dan (5) gaya hidup, termasuk di dalamnya upaya untuk menghemat energi yang diterapkan pada desain bangunan rumah. Besarnya penetrasi teknologi yang lebih efisien serta pengaruh desain pasif dapat terjadi secara alami dan dapat didukung oleh kebijakan pemerintah yang bersifat mengikat. Instrumen pemerintah untuk meningkatkan penetrasi teknologi yang efisien adalah rencana penerapan kebijakan standar dan label hemat energi untuk peralatan pemanfaat energi di sektor rumah tangga.

Standard Kinerja Energi Minimum (SKEM) atau yang dikenal sebagai *Minimum Energy Performance Standard* (MEPS) adalah spesifikasi yang memuat sejumlah persyaratan kinerja energi minimum pada kondisi tertentu yang secara efektif dimaksudkan untuk membatasi jumlah konsumsi energi maksimum dari produk pemanfaat energi yang diizinkan. Sedangkan Label Tanda Hemat Energi adalah label yang dicantumkan pada produk pemanfaat energi yang menyatakan bahwa produk tersebut telah memenuhi syarat hemat energi (kinerja energi) tertentu.

Untuk semua level, diasumsikan bahwa pada tahun 2035, 100% rumah tangga Indonesia sudah mendapatkan akses listrik. Dengan memperhatikan rasio elektrifikasi Indonesia tahun 2011 sebesar 77%, dengan mengabaikan faktor lainnya, maka total konsumsi nasional energi listrik rumah tangga per total jumlah rumah tangga pada tahun 2035 akan naik sekitar 30% dibandingkan dengan tahun 2011.

Secara umum, tingkat konsumsi energi sektor rumah tangga akan dipengaruhi oleh tingkat penghasilan. Semakin besar penghasilan, orang akan cenderung membeli peralatan untuk keperluan kenyamanan rumah tangga. Hal ini berimplikasi pada naiknya konsumsi energi di sektor rumah tangga. Merujuk pada survei studi, hubungan antara penghasilan rumah tangga dan konsumsi listrik dapat dilihat pada Gambar 5.



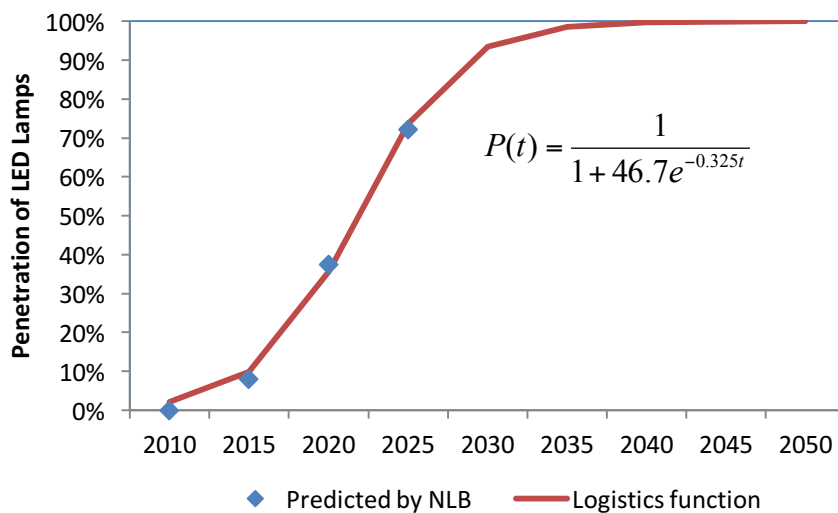
Gambar 5. Hubungan antara penghasilan dan konsumsi listrik rumah tangga Indonesia

Persamaan pada gambar 5 di atas menunjukkan bahwa kenaikan pendapatan sebesar 10% berimplikasi pada kenaikan konsumsi listrik sebesar 4%. Subsidi listrik juga sangat mempengaruhi pola konsumsi energi di sektor rumah tangga. Semakin kecil subsidi listrik maka harga listrik semakin tinggi. Hal ini berakibat pada turunnya intensitas listrik akibat adanya kesadaran tentang pentingnya menghemat listrik. Level 1 mengasumsikan subsidi listrik sama seperti pada kondisi tahun dasar sampai tahun 2050. Level 2 mengasumsikan subsidi listrik hanya untuk golongan tertentu. Level 3 mengasumsikan subsidi untuk golongan tertentu hanya hingga tahun 2025, selanjutnya subsidi diasumsikan sudah tidak ada lagi pada tahun 2026-2050. Level 4 mengasumsikan bahwa tidak ada subsidi dari tahun dasar hingga tahun 2050.

Logika perubahan intensitas untuk penggunaan di tiap level dapat dielaborasi sebagai berikut:

1. Pencahayaan

Secara umum, faktor yang mempengaruhi besarnya intensitas pencahayaan adalah komposisi teknologi pencahayaan yang terdiri dari: lampu bohlam, *Compact Fluorescent Lamp (CFL)*, *Light Emitting Diode (LED)*, *Lighting Sensor*, dan pencahayaan alami. Teknologi LED sangat mempengaruhi konsumsi pencahayaan di sektor rumah tangga karena jika dibandingkan dengan teknologi bohlam dan CFL, LED hanya mengonsumsi sekitar 12% dan 41% secara berurutan. Gambar 6 menunjukkan prediksi penetrasi LED di Amerika Serikat oleh National Lighting Bureau (NLB).



Gambar 6. Prediksi penetrasi LED di Amerika Serikat

Untuk tiap level, penentu konsumsi listrik untuk pencahayaan di sektor rumah tangga dapat dijelaskan sebagai berikut:

Level 1

Pada periode 2011-2025, titik lampu per rumah tangga diperkirakan meningkat akibat adanya peningkatan taraf hidup dan upaya pemerintah untuk meningkatkan rasio elektrifikasi berakibat pada naiknya intensitas energi. Instrumen kebijakan standard dan label hemat energi tidak bersifat mengikat. Penetrasi LED masih jauh dari prediksi pada Gambar 6, penetrasi LED diperkirakan hanya mencapai 20%. Kombinasi dari faktor-faktor di atas berkontribusi pada kenaikan intensitas konsumsi pencahayaan sebesar 30% dibandingkan dengan tahun dasar 2025.

Pada periode 2026-2035, intensitas energi masih naik tetapi dengan laju yang lebih rendah. Rasio elektrifikasi naik dan menjadi 100% pada tahun 2035, tetapi laju kenaikan tidak sebesar periode

sebelumnya. Penetrasi LED hanya sebesar 30% dari total teknologi pencahayaan yang ada. Kombinasi dari faktor-faktor di atas berkontribusi pada kenaikan intensitas konsumsi pencahayaan sebesar 35% dibandingkan dengan tahun dasar 2035.

Pada periode 2035-2050, komposisi lampu di sektor rumah tangga masih didominasi oleh CFL. Teknologi bohlam sudah tidak digunakan. Penetrasi LED mencapai 40% dari populasi teknologi pencahayaan. Pada periode ini, faktor yang paling menentukan konsumsi energi di sektor rumah tangga adalah penetrasi teknologi yang lebih efisien mengingat rasio elektrifikasi sudah 100% dan laju pertumbuhan ekonomi tidak sebesar periode sebelumnya. Kondisi seperti ini berimplikasi pada turunnya konsumsi energi per rumah tangga dari periode sebelumnya, tetapi masih 25% lebih besar dibandingkan dengan tahun dasar.

Level 2

Pada periode 2011-2025, titik lampu per rumah tangga diperkirakan meningkat akibat adanya peningkatan taraf hidup dan upaya pemerintah untuk meningkatkan rasio elektrifikasi. Namun, sebagian rumah tangga (35%) sudah mengadopsi lampu LED, walaupun penetrasinya masih jauh dari prediksi LED di negara-negara maju (lihat Gambar 6). Faktor-faktor di atas mengakibatkan intensitas pencahayaan per rumah tangga diprediksi naik 20% dari tahun dasar 2025.

Pada periode 2026-2035, intensitas energi masih naik tetapi dengan laju yang lebih rendah. Rasio elektrifikasi naik menjadi 100% pada tahun 2035, tetapi laju kenaikan tidak sebesar periode sebelumnya. Penetrasi LED mencapai 40% dari total teknologi pencahayaan yang ada. Kombinasi dari faktor-faktor di atas berkontribusi pada kenaikan intensitas konsumsi pencahayaan sebesar 25% dibandingkan dengan tahun dasar 2035.

Pada tahun 2050, teknologi lampu di sektor rumah tangga didominasi oleh CFL dan LED dengan komposisi masing-masing sebesar 50%. Teknologi bohlam sudah lagi tidak digunakan. Instrumen kebijakan standar dan label hemat energi tidak bersifat mengikat. Intensitas energi turun dari periode sebelumnya tetapi masih 5% lebih besar dibandingkan dengan tahun dasar.

Level 3

Pada periode 2011-2025, titik lampu per rumah tangga diperkirakan meningkat akibat adanya peningkatan taraf hidup dan upaya pemerintah untuk meningkatkan rasio elektrifikasi. Penetrasi LED

sudah mencapai level yang sesuai dengan prediksi negara-negara maju (lihat Gambar 6). Intensitas energi diprediksi naik 10% dari tahun dasar.

Pada periode 2026-2035, intensitas energi masih naik tetapi dengan laju yang lebih rendah. Intensitas energi diprediksi lebih besar 15% daripada tahun dasar. Pada tahun 2050, komposisi lampu di sektor rumah tangga didominasi oleh LED. Hal ini akibat adanya kebijakan Standar Kinerja Energi Minimum (SKEM) yang bersifat *mandatory* sementara kebijakan pelabelan masih bersifat sukarela. Berbagai upaya tersebut mengakibatkan penurunan intensitas energi untuk pencahayaan sebesar 10% pada tahun 2050 dibandingkan dengan tahun dasar 2011.

Level 4

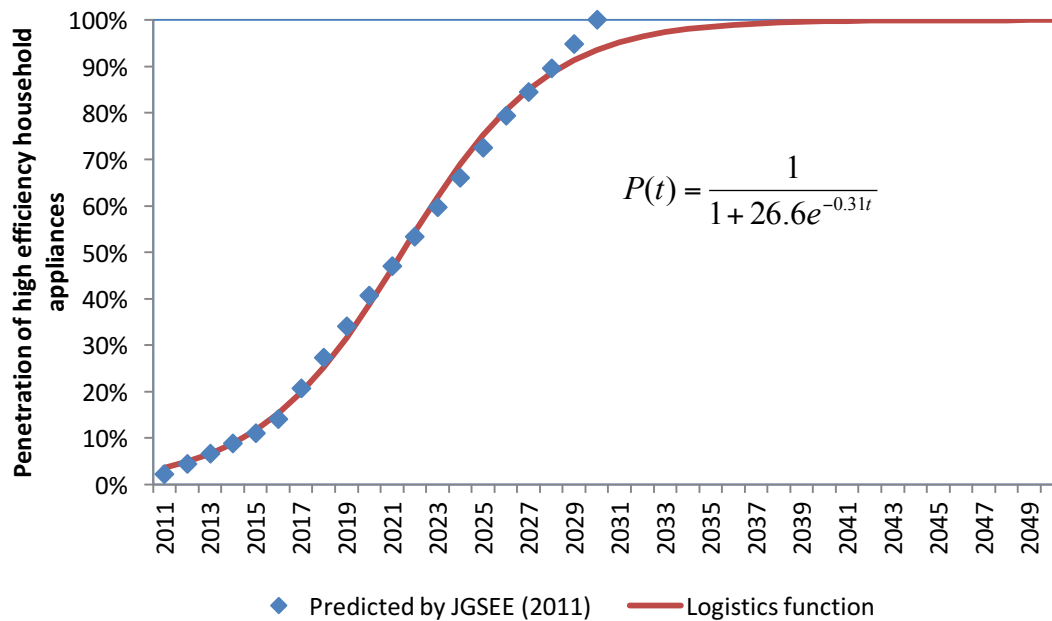
Pada periode 2011-2025, titik lampu per rumah tangga diperkirakan meningkat akibat adanya peningkatan taraf hidup dan upaya pemerintah untuk meningkatkan rasio elektrifikasi. Lampu LED sudah diadopsi secara luas bahkan lebih tinggi dibandingkan dengan prediksi penetrasi LED di negara-negara maju (lihat Gambar 6). Penetrasi LED diperkirakan sudah mencapai 90% pada tahun 2025. intensitas energi untuk pencahayaan diprediksi naik 5% dari tahun dasar.

Pada periode 2026-2035, intensitas energi masih naik tetapi dengan laju yang lebih rendah. Intensitas energi diprediksi lebih besar 8% daripada tahun dasar. Pada tahun 2050, intensitas energi diasumsikan 25% lebih kecil daripada tahun dasar. Hal ini disebabkan oleh adanya penetrasi lampu LED, pencahayaan alami, dan *lighting sensor* yang sudah diadopsi secara luas akibat adanya kewajiban SKEM dan pelabelan pada lampu. Hal ini juga didorong oleh meningkatnya kesadaran tentang pentingnya peran pencahayaan alami dan *lighting sensor* guna mengurangi konsumsi energi.

2. Memasak

Secara umum, faktor yang mempengaruhi besarnya intensitas energi untuk memasak adalah jenis kompor, jenis bahan bakar, peralatan memasak yang digunakan, dan kebiasaan dalam memasak. Biomassa, minyak tanah, gas kota, LPG, biogas dan listrik adalah jenis-jenis energi yang secara umum digunakan untuk memasak di Indonesia. Efisiensi kompor merupakan salah satu faktor penting penentu konsumsi energi untuk memasak. Kompor LPG konvensional mempunyai efisiensi 53%, sementara produk dengan efisiensi tinggi dapat mencapai 68%. Sulit untuk mendapatkan data spesifik tentang studi penetrasi peralatan memasak yang efisien untuk menggantikan peralatan memasak konvensional. Berdasarkan kesulitan tersebut, model ini menggunakan data target penetrasi rata-rata dari peralatan rumah tangga di Thailand yang dilakukan oleh Joint Graduate School of Energy and

Environment (JGSEE) sebagai dasar untuk menentukan penetrasi peralatan memasak di Indonesia. Gambar 7 memperlihatkan prediksi penetrasi teknologi efisien untuk peralatan rumah tangga di Thailand.



Gambar 7. Prediksi penetrasi peralatan rumah tangga dengan efisiensi tinggi di Thailand

Pemerintah menerapkan kebijakan untuk mengurangi konsumsi biomassa dan minyak tanah untuk keperluan memasak dengan tujuan untuk mengurangi ketergantungan impor minyak dan meningkatkan standar hidup masyarakat.

Level 1

Pada periode 2011-2025, jumlah rumah tangga yang mendapatkan akses LPG diperkirakan meningkat. Namun demikian, penggunaan minyak tanah dan kayu bakar masih marak digunakan, khususnya di daerah pedesaan. Penetrasi peralatan kompor dengan efisiensi tinggi masih jauh dari target seperti yang terdapat pada Gambar 7. Penetrasi kompor LPG yang efisien hanya mencapai 20% pada tahun 2025. Faktor-faktor tersebut berkontribusi pada naiknya konsumsi energi untuk memasak per rumah tangga sebesar 30% dari tahun dasar.

Pada periode 2026-2035, jumlah rumah tangga yang mendapatkan akses LPG meningkat tetapi dengan laju yang lebih kecil daripada periode sebelumnya. Penggunaan kompor dan peralatan memasak yang efisien hanya sebesar 30% pada tahun 2035. Hal ini mengakibatkan konsumsi energi untuk memasak diperkirakan naik 35% dari tahun dasar.

Pada tahun 2050, tidak ada kebijakan pemerintah yang secara signifikan mengubah komposisi jenis bahan bakar untuk memasak. Penggunaan kompor dan peralatan memasak dengan efisiensi tinggi belum diadopsi secara luas dan masih jauh dari target penetrasi seperti yang terdapat pada Gambar 7. Kompor LPG yang efisien hanya mencapai 40% dari total populasi kompor LPG. Instrumen kebijakan standar dan label hemat energi untuk kompor dan peralatan memasak tidak bersifat mengikat. Intensitas energi untuk memasak turun dari periode sebelumnya tetapi masih 25% lebih besar dibandingkan dengan tahun dasar.

Level 2

Pada periode 2011-2025, jumlah rumah tangga yang mendapatkan akses LPG diperkirakan meningkat. 30% rumah tangga sudah menggunakan kompor LPG dengan efisiensi tinggi. Kondisi ini menyebabkan konsumsi energi untuk memasak naik 20% jika dibandingkan dengan tahun dasar.

Pada periode 2026-2035, jumlah rumah tangga yang mendapatkan akses LPG meningkat tetapi dengan laju yang lebih kecil daripada periode sebelumnya. Penggunaan kompor dan peralatan memasak yang efisien hanya sebesar 40% pada tahun 2035. Konsumsi energi untuk memasak per rumah tangga naik tetapi dengan laju yang lebih rendah, yaitu diperkirakan 25% lebih besar dari tahun dasar.

Pada tahun 2050, LPG sudah mulai menjadi pilihan utama bahan bakar untuk menggantikan kayu bakar dan minyak tanah di pedesaan. Walaupun instrumen kebijakan standar dan label hemat energi untuk kompor dan peralatan memasak belum bersifat mengikat, penggunaan kompor dan peralatan memasak dengan efisiensi tinggi sudah diadopsi karena pertimbangan ekonomis. 50% rumah tangga sudah menggunakan kompor LPG yang efisien. Faktor-faktor di atas menyebabkan konsumsi energi untuk memasak di rumah tangga lebih tinggi 15% dari tahun dasar.

Level 3

Pada periode 2011-2025, jumlah rumah tangga yang mendapatkan akses LPG meningkat di kota dan desa. Infrastruktur gas kota sudah dibangun di kota-kota besar. Pemanfaatan biogas di kawasan pedesaan diperkenalkan untuk menggantikan penggunaan kayu bakar dan minyak tanah. Jumlah rumah tangga yang menggunakan kompor yang efisien telah sesuai dengan prediksi pada Gambar 7, yaitu sebesar 70% pada tahun 2025. Kondisi ini menyebabkan konsumsi energi untuk memasak per rumah tangga naik 10% dibandingkan dengan tahun dasar.

Pada periode 2026-2035, jumlah rumah tangga yang mendapatkan akses LPG, gas kota, dan biogas naik tetapi dengan laju yang lebih rendah daripada periode sebelumnya. Jumlah rumah tangga yang menggunakan kompor yang efisien telah sesuai dengan prediksi pada Gambar 7. Kompor LPG hemat energi sudah 95% diadopsi oleh rumah tangga Indonesia pada tahun 2035. Konsumsi energi untuk memasak diperkirakan lebih tinggi 15% dari tahun dasar.

Pada tahun 2050, LPG sudah menjadi pilihan utama di pedesaan. Biogas menjadi sumber bahan bakar alternatif untuk memasak. Kompor yang efisien sudah digunakan secara luas. Hal ini dikarenakan SKEM untuk kompor dan peralatan memasak sudah bersifat *mandatory* sehingga produsen kompor hanya memproduksi kompor dengan efisiensi tinggi. Konsumsi energi untuk memasak per rumah tangga diperkirakan sama dengan tahun dasar.

Level 4

Pada periode 2011-2025, jumlah rumah tangga yang mendapatkan akses LPG meningkat. Infrastruktur gas kota sudah dibangun secara massal di kota-kota besar dan demikian juga dengan instalasi biogas di kawasan pedesaan. Jumlah rumah tangga yang menggunakan kompor yang efisien lebih tinggi daripada prediksi pada Gambar 7, yaitu sebesar 80% pada tahun 2025. Kondisi ini menyebabkan konsumsi energi untuk memasak per rumah tangga naik 5% dibandingkan dengan tahun dasar.

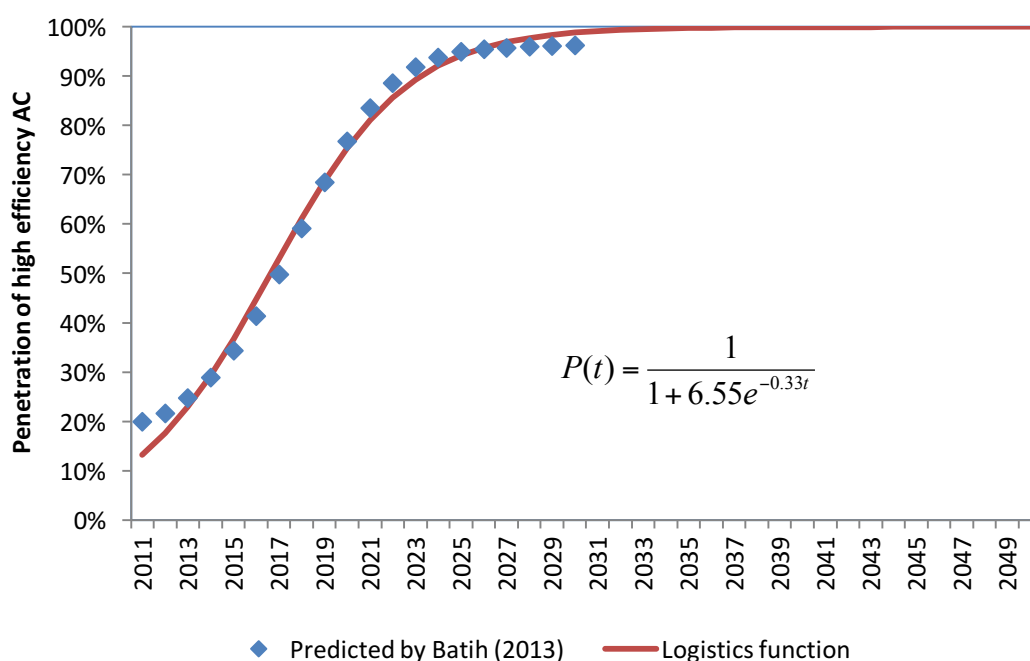
Pada periode 2026-2035, semua rumah tangga sudah menggunakan kompor dan peralatan memasak yang efisien. Konsumsi energi untuk rumah tangga naik dari periode sebelumnya, tetapi dengan laju yang lebih rendah. Konsumsi energi per rumah tangga untuk memasak naik 8% dari tahun dasar.

Pada tahun 2050, instrumen kebijakan standar dan label hemat energi untuk kompor dan peralatan memasak bersifat mengikat. LPG merupakan sumber energi utama untuk memasak di perkotaan dan pedesaan. Selain itu, gas kota adalah alternatif sumber energi di perkotaan, sedangkan biogas di pedesaan. Untuk ke depannya, rumah tangga Indonesia lebih memilih untuk membeli makanan di luar dengan alasan agar lebih praktis. Kondisi ini menyebabkan intensitas energi untuk memasak lebih kecil 10% dari tahun dasar.

3. Pendinginan

Konsumsi energi untuk pendinginan dipengaruhi oleh penetrasi teknologi AC yang efisien (misalnya teknologi inverter), insulasi dan desain bangunan. Teknologi low wattage (COP=3,8) dan inverter (COP=4,2) diharapkan dapat secara signifikan menghemat konsumsi listrik di sub-sektor pendinginan

karena kedua teknologi ini hanya mengonsumsi listrik sebesar sekitar 74% dan 40% secara berurutan dibandingkan dengan teknologi konvensional (COP=3,1). Studi menunjukkan bahwa pada tahun 2011, hanya 20% AC yang digunakan di rumah tangga Indonesia termasuk dalam kategori *low wattage* (kompresor dan evaporator yang lebih efisien serta insulasi) dan hampir tidak dapat ditemukan rumah tangga yang menggunakan AC dengan teknologi inverter. Sisanya masih menggunakan teknologi konvensional. Studi juga memprediksi penetrasi teknologi AC pada masa yang akan datang (lihat Gambar 8). Prediksi studi tersebut menggunakan metode *stock turn-over analysis* dengan memperhatikan usia rata-rata AC yang digunakan oleh rumah tangga, prediksi umur AC dan prediksi penetrasi penjualan AC baru yang efisien untuk menggantikan AC konvensional.



Gambar 8. Prediksi penetrasi AC dengan efisiensi tinggi

Untuk tiap-tiap level, penentu konsumsi listrik untuk pendinginan di rumah tangga dapat dijelaskan sebagai berikut:

Level 1

Pada periode 2011-2025, adanya peningkatan taraf hidup dan upaya pemerintah untuk meningkatkan rasio elektrifikasi menjadikan intensitas energi untuk pendinginan diprediksi naik 30% dari tahun dasar. Penetrasi AC dengan teknologi *low wattage* masih jauh di bawah prediksi yang terdapat pada Gambar 8. Pada tahun 2025, populasi AC dengan dengan teknologi *low wattage* diperkirakan mencapai 40% dari total populasi AC yang digunakan di rumah tangga Indonesia.

Pada periode 2026-2035, penggunaan AC *low wattage* menyebabkan intensitas energi masih naik tetapi dengan laju yang lebih rendah. Intensitas energi diprediksi lebih besar 35% dari tahun dasar. Penetrasi AC *low wattage* diperkirakan sebesar 70% dari total populasi AC yang digunakan di rumah tangga.

Pada tahun 2050, penggunaan teknologi AC *low wattage* sudah digunakan secara luas oleh rumah tangga Indonesia karena pertimbangan ekonomi. Intensitas energi untuk pendinginan turun dari periode sebelumnya, tetapi masih 25% lebih besar daripada tahun dasar. Untuk semua periode, instrumen kebijakan standar dan label hemat energi untuk AC tidak bersifat mengikat. SKEM dan pelabelan masih bersifat sukarela.

Level 2

Pada periode 2011-2025, adanya peningkatan taraf hidup dan upaya pemerintah untuk meningkatkan rasio elektrifikasi menjadikan intensitas energi untuk pendinginan diprediksi naik. AC dengan teknologi *low wattage* mencapai 70% dari total populasi AC yang digunakan di rumah tangga Indonesia. Faktor-faktor di atas menyebabkan konsumsi listrik per rumah tangga pada tahun 2025 naik sebesar 20% dibandingkan dengan konsumsi pada tahun dasar.

Pada periode 2026-2035, penggunaan AC dengan teknologi *low wattage* menyebabkan intensitas energi masih naik tetapi dengan laju yang lebih rendah. Intensitas energi diprediksi lebih besar 25% dari tahun dasar. Pada tahun 2050, penggunaan *Air Handling Unit* (AHU) dan teknologi inverter sudah mulai diadopsi dengan alasan pertimbangan ekonomis. SKEM dan pelabelan masih bersifat sukarela. Intensitas energi turun dari periode sebelumnya tetapi masih 10% lebih tinggi dari tahun dasar.

Level 3

Pada periode 2011-2025, adanya peningkatan taraf hidup dan upaya pemerintah untuk meningkatkan rasio elektrifikasi serta penetrasi AC dengan teknologi *low wattage* dan inverter yang masing-masing sudah mencapai 70% dan 20% menjadikan intensitas energi untuk pendinginan diprediksi naik 10% dari tahun dasar.

Pada periode 2026-2035, semua AC sudah berteknologi *low wattage* dan inverter sebesar masing-masing 50%. Intensitas energi diprediksi lebih besar 15% dari tahun dasar. AC jenis inverter sudah diadopsi secara luas pada tahun 2050 akibat adanya kebijakan pemerintah tentang SKEM dan

pelabelan pada produk AC. Pada level ini juga diasumsikan bahwa masyarakat sudah mulai menyadari pentingnya insulasi untuk mengurangi beban pendinginan. Berbagai upaya di atas berkontribusi pada penurunan intensitas untuk pendinginan menjadi 5% lebih kecil dari tahun dasar.

Level 4

Pada periode 2011-2025, adanya peningkatan taraf hidup dan upaya pemerintah untuk meningkatkan rasio elektrifikasi serta penetrasi AC dengan teknologi *low wattage* dan inverter yang sudah mencapai masing-masing sebesar 80% dan 30% menjadikan intensitas energi untuk pendinginan diprediksi naik 10% dari tahun dasar.

Pada periode 2026-2035, semua AC sudah berteknologi *low wattage* dan inverter masing-masing sebesar 30% dan 70%. Konsumsi energi per rumah tangga untuk pendinginan lebih besar 15% dari tahun dasar. Pada tahun 2050, AC jenis inverter sudah diadopsi secara luas akibat adanya kebijakan pemerintah tentang SKEM dan pelabelan pada produk AC. Di sisi lain, desain bangunan baru sudah sangat memperhatikan sirkulasi udara sehingga dapat mengurangi kebutuhan pendinginan. Intensitas energi untuk pendinginan turun sebesar 20% dibandingkan dengan tahun dasar.

4. Peralatan lainnya

Diasumsikan bahwa peralatan lainnya dalam rumah tangga menggunakan listrik. Peralatan lainnya merujuk pada peralatan rumah tangga selain penerangan, memasak dan pendingin. Peralatan yang dimaksud dapat berupa televisi, setrika, penghisap debu, dan peralatan lainnya. Teknologi motor yang efisien menjadi salah satu faktor penentu konsumsi energi untuk sub-sektor ini mengingat kipas angin, pompa, *vacuum cleaner*, dan kompresor pada peralatan di sektor rumah tangga menggunakan motor listrik. Teknologi *Variable Frequency Drive* (VFD) adalah jenis teknologi motor listrik yang dapat menyesuaikan kecepatan dan torsi sesuai dengan frekuensi dan voltase input. Teknologi ini diharapkan dapat menghemat konsumsi listrik secara signifikan. Sebagai contoh, pada 63% kecepatan maksimum, teknologi ini hanya mengonsumsi 25% daya untuk kecepatan maksimum tersebut. Karena sub-sektor ini mencakup berbagai macam peralatan rumah tangga, maka prediksi penetrasi teknologi yang efisien menggunakan prediksi pada Gambar 7.

Level 1

Pada periode 2011-2025, adanya peningkatan taraf hidup dan upaya pemerintah untuk meningkatkan rasio elektrifikasi menjadikan jumlah peralatan listrik per rumah tangga meningkat. Pada tahun 2025, penetrasi peralatan teknologi dengan efisiensi tinggi masih jauh dari prediksi yang terdapat pada

Gambar 7, yaitu hanya sebesar 20%. Hal ini pada gilirannya meningkatkan konsumsi energi untuk sub-sektor peralatan lainnya sebesar 30%.

Pada periode 2026-2035, terjadi kenaikan rasio elektrifikasi tetapi dengan laju yang lebih rendah. 30% rumah tangga sudah menggunakan peralatan yang efisien. Kondisi ini mengakibatkan konsumsi energi per rumah tangga untuk peralatan pada sub-sektor ini naik sebesar 35% dari tahun dasar. SKEM dan pelabelan sudah mulai diterapkan tetapi tidak bersifat mengikat. Penurunan intensitas dipengaruhi oleh pertimbangan ekonomi. Pada tahun 2050, intensitas energi masih 25% lebih besar dibandingkan dengan tahun dasar karena baru 40% rumah tangga yang menggunakan peralatan yang efisien.

Level 2

Pada periode 2011-2025, adanya peningkatan taraf hidup dan upaya pemerintah untuk meningkatkan rasio elektrifikasi pada gilirannya meningkatkan jumlah kepemilikan peralatan per rumah tangga. Tetapi ada peningkatan jumlah rumah tangga yang menggunakan peralatan yang efisien dibandingkan dengan level 1 walaupun masih jauh dari prediksi yang terdapat pada Gambar 7. 30% rumah tangga sudah menggunakan peralatan yang efisien. Faktor-faktor di atas menyebabkan konsumsi energi untuk per rumah tangga untuk sektor ini lebih besar 20% dibandingkan dengan tahun dasar.

Pada periode 2026-2035, penentu konsumsi energi untuk sub-sektor ini adalah penetrasi peralatan yang efisien karena walaupun rasio elektrifikasi meningkat tetapi laju peningkatannya tidak secepat periode sebelumnya. 40% rumah tangga sudah menggunakan peralatan yang efisien. Dengan demikian, konsumsi energi per rumah tangga untuk sub-sektor ini diprediksi lebih besar 25% dari tahun dasar.

Pada tahun 2050, SKEM dan pelabelan sudah diterapkan tetapi belum bersifat mengikat. Penurunan intensitas dipengaruhi oleh pertimbangan ekonomi. Peralatan yang efisien sangat mudah ditemui di pasaran. 50% rumah tangga sudah menggunakan peralatan yang efisien. Faktor-faktor di atas menyebabkan konsumsi energi rumah tangga untuk sub-sektor ini masih 10% lebih tinggi dibandingkan dengan tahun dasar.

Level 3

Pada periode 2011-2025, peningkatan taraf hidup menyebabkan kepemilikan peralatan rumah tangga meningkat. Jumlah rumah tangga yang mendapatkan akses listrik meningkat akibat adanya program pemerintah untuk meningkatkan rasio elektrifikasi. Di sisi lain, pada level ini penetrasi peralatan yang

efisien sudah mendekati target pada Gambar 7, yaitu sebesar 65%. Faktor-faktor di atas berakibat pada peningkatan intensitas energi sebesar 10% dibanding tahun dasar.

Pada periode 2026-2035, walaupun rasio elektrifikasi meningkat tetapi laju kenaikannya tidak secepat periode sebelumnya. 95% rumah tangga sudah menggunakan teknologi yang efisien. Intensitas konsumsi energi untuk sub-sektor ini diprediksi 15% lebih tinggi dari tahun dasar.

Pada tahun 2050, peralatan dengan efisiensi tinggi sudah diadopsi secara luas. SKEM sudah diwajibkan untuk semua peralatan sedangkan pelabelan masih tidak bersifat mengikat. Berbagai upaya di atas mengakibatkan intensitas energi sama seperti pada tahun dasar.

Level 4

Pada periode 2011-2025, adanya peningkatan taraf hidup menyebabkan kepemilikan peralatan rumah tangga meningkat. Meningkatnya rasio elektrifikasi mengakibatkan jumlah rumah tangga yang mendapatkan akses meningkat. Persentase rumah tangga yang menggunakan peralatan yang efisien lebih tinggi daripada prediksi yang terdapat pada Gambar 7, yaitu sebesar 80%. Hal ini mengakibatkan konsumsi energi untuk sub-sektor ini meningkat sebesar 5% dari tahun dasar.

Pada periode 2026-2035, semua rumah tangga sudah menggunakan peralatan yang efisien. Intensitas energi diprediksi lebih besar 8% dari tahun dasar. Pada tahun 2050, SKEM dan pelabelan sudah diwajibkan untuk semua peralatan. Pada level ini, kesadaran menghemat energi sudah tinggi. Perilaku menghemat energi sudah diadopsi secara luas. Berbagai upaya di atas menjadikan konsumsi energi pada sub-sektor ini lebih kecil 10% dari tahun dasar.

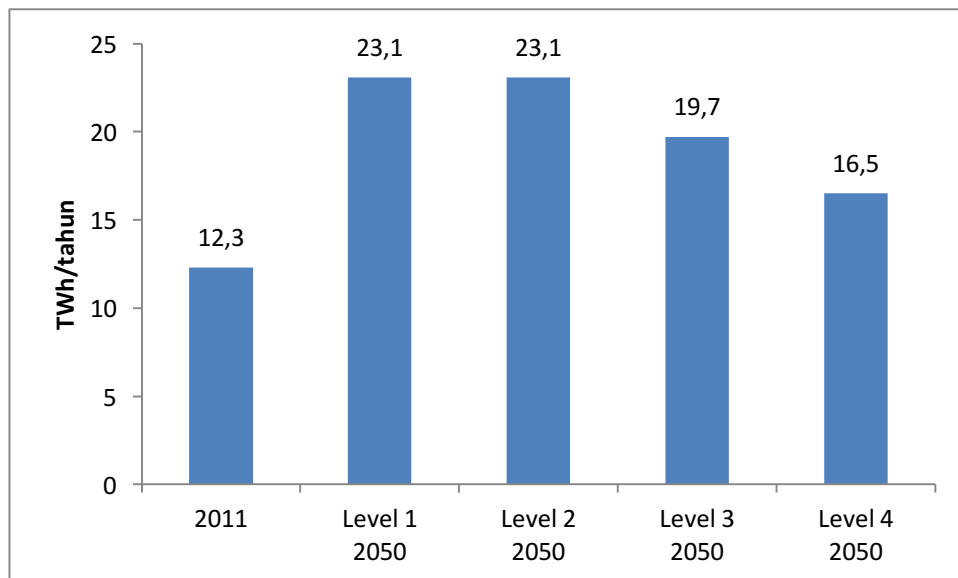
Intensitas energi tiap-tiap jenis pemanfaatan pada rumah tangga perkotaan berbeda dengan intensitas energi pada rumah tangga pedesaan. Tim pengembang telah sepakat bahwa intensitas energi rumah tangga pedesaan adalah 18,5% lebih rendah daripada intensitas energi rumah tangga perkotaan. Tabel 5 menyajikan intensitas energi rumah tangga perkotaan dan pedesaan untuk tiap jenis pemanfaatan di tahun dasar.

Tabel 5. Intensitas energi rumah tangga pedesaan dan perkotaan untuk tiap pemanfaatan energi pada tahun dasar

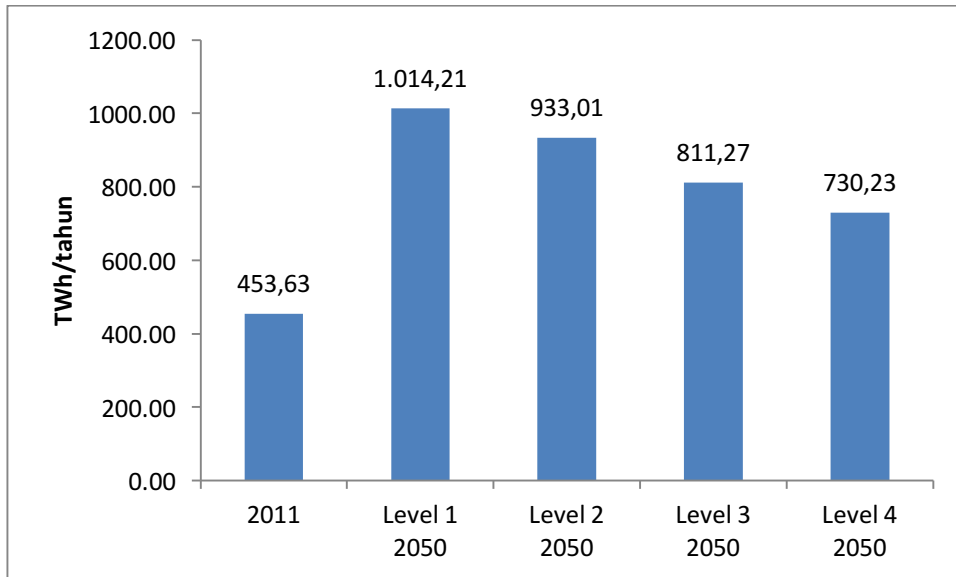
Level	Pencahayayan			Memasak			Pendinginan			Lain-lain		
	Perkotaan	Pedesaan	Rata-rata pembobot	Perkotaan	Pedesaan	Rata-rata pembobot	Perkotaan	Pedesaan	Rata-rata pembobot	Perkotaan	Pedesaan	Rata-rata pembobot
Level 1	0,00	0,14	0,15	6,28	5,12	5,71	0,38	0,31	0,19	0,42	0,35	0,39
Level 2	0,14	0,12	0,13	5,78	4,71	5,25	0,33	0,27	0,17	0,37	0,30	0,34
Level 3	0,12	0,10	0,11	5,03	4,10	4,57	0,29	0,23	0,15	0,34	0,28	0,31
Level 4	0,10	0,08	0,09	4,52	3,69	4,11	0,24	0,20	0,12	0,31	0,25	0,28

4. Hasil Perhitungan

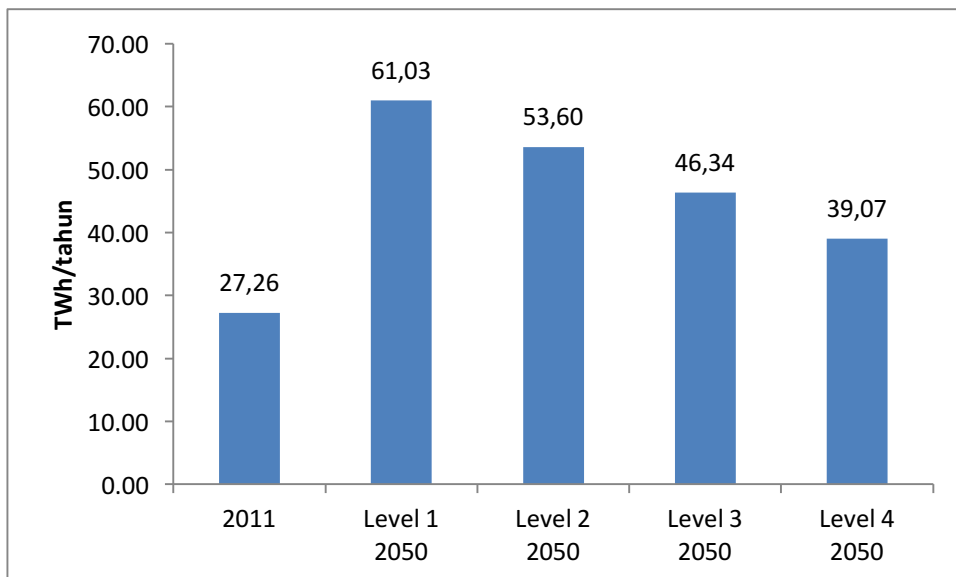
Dengan menggunakan metodologi dan asumsi di atas, konsumsi energi di sektor rumah tangga adalah sebagai berikut.



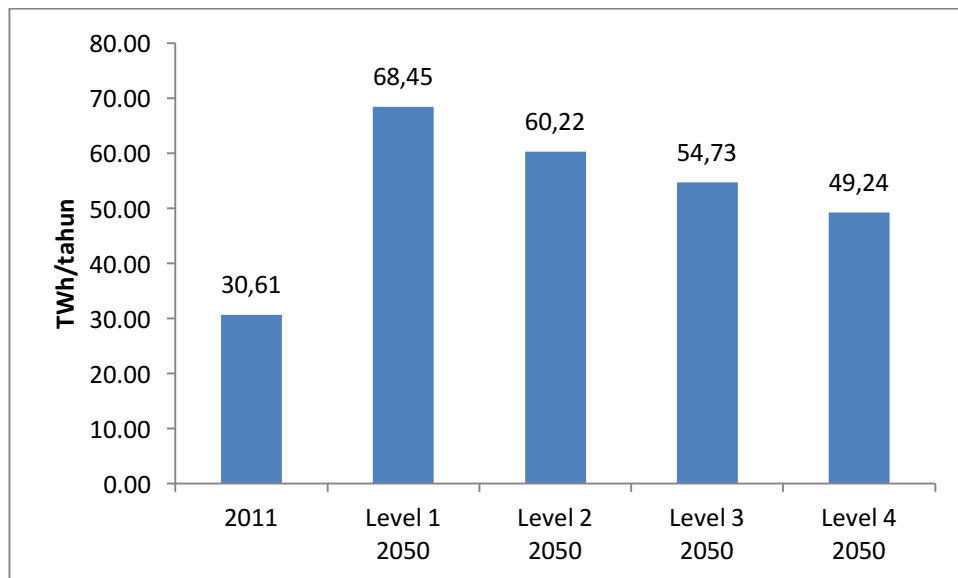
Gambar 9. Konsumsi energi rumah tangga untuk pencahayaan



Gambar 10. Konsumsi energi rumah tangga untuk memasak



Gambar 11. Konsumsi energi rumah tangga untuk pendinginan



Gambar 12. Konsumsi energi rumah tangga untuk peralatan lain

5. Referensi

- Batih, H., *Improvement of Indonesia's Energy Security and Co2 Emission Reduction By Energy Conservation of Household Sector in Urbanized Area*, in *Joint Graduate School of Energy and Environment*. 2011, King Mongkuts University of Technology Thonburi, Bangkok, Thailand.
- Batih, H., *Improvement of Indonesia's Energy Security and Co2 Emission Reduction By Energy Conservation of Household Sector in Urbanized Area*, in *Joint Graduate School of Energy and Environment (JGSEE)*. 2013, King Mongkut's University of Technology Thonburi.
- BPS, *Perkembangan Jumlah Penduduk dan Rumah Tangga*. 2014.
- Core team modeler, *Core team modeler meeting*. 2014: Bandung.
- JICA, *JICA Study for Promoting Practical Demand Side Management in Indonesia*. 2011, PT. Energy Management Indonesia (Persero).
- Joint Graduate School of Energy and Environment, *Development of the 20-Year Energy Efficiency Development Plan for Thailand*. 2011, Joint Graduate School of Energy and Environment.
- KESDM, *Draft Peraturan Menteri Skem & Label Pengkondisi Udara dan Lemari Pendingin*. 2014, KESDM.
- Ministry of Energy and Mineral Resources (MEMR), *Handbook of Energy and Economics Statistics of Indonesia*. 2005.
- Ministry of Energy and Mineral Resources (MEMR), *Handbook of Energy and Economics Statistics of Indonesia*. 2009.
- Ministry of Energy and Mineral Resources (MEMR), *Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia*. 2012.
- (NLB), T.N.L.B. *74% Market Penetration Predicted for White-Light LED*. 2015 15 Januari 2015.
- Nuryanti and S.S. Herdinie, *The characteristic analysis of energy consumption in household sector*, in *National seminar III human resources of nuclear technology*. 2007: Yogyakarta.
- (Persero), P.P., *Satistik PLN 2012*. 2012.
- Wikipedia. *Variable Frequency Drive*. [diakses 22 Januari 2015]; Tersedia dari: http://en.wikipedia.org/wiki/Variable-frequency_drive.