

Panduan Pengguna Untuk Sektor Rumah Tangga

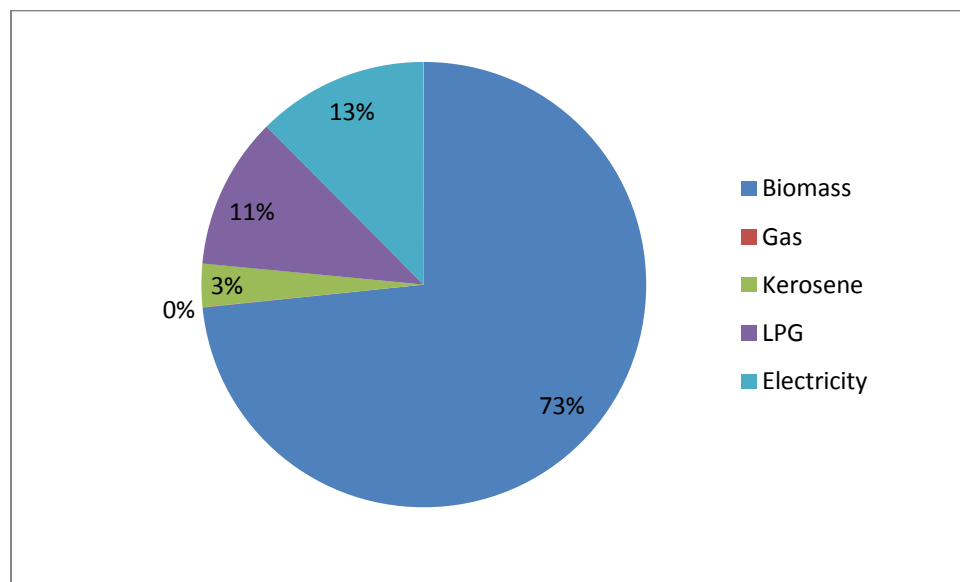
Indonesia 2050 Pathway Calculator

Table of Contents

1. Ikhtisar dan Faktor Penentu Konsumsi Energi Sektor Rumah Tangga	3
2. Metodologi	5
3. Asumsi.....	6
3.1 Expert judgment intensitas energi per penggunaan	6
3.2 Asumsi intensitas energi per periode.....	8
3.3 Logika Leveling	9
4. Hasil	20
5. Referensi.....	22

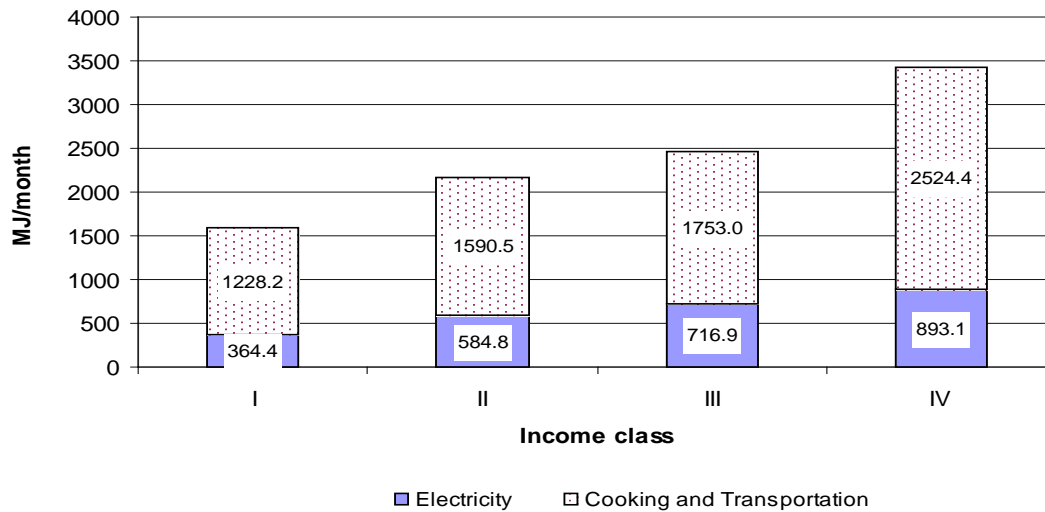
1. Ikhtisar dan Faktor Penentu Konsumsi Energi Sektor Rumah Tangga

Indonesia adalah negara dengan populasi terbesar keempat di dunia. Sensus 2010 oleh Badan Pusat Statistik Indonesia (BPS) mencatat jumlah penduduk Indonesia adalah 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 73,3% dari total konsumsi energi final diikuti oleh listrik, LPG, dan gas kota, masing-masing 12,5%, 11,0%, 3,1%, 0,04% (lihat Gambar1) [1].

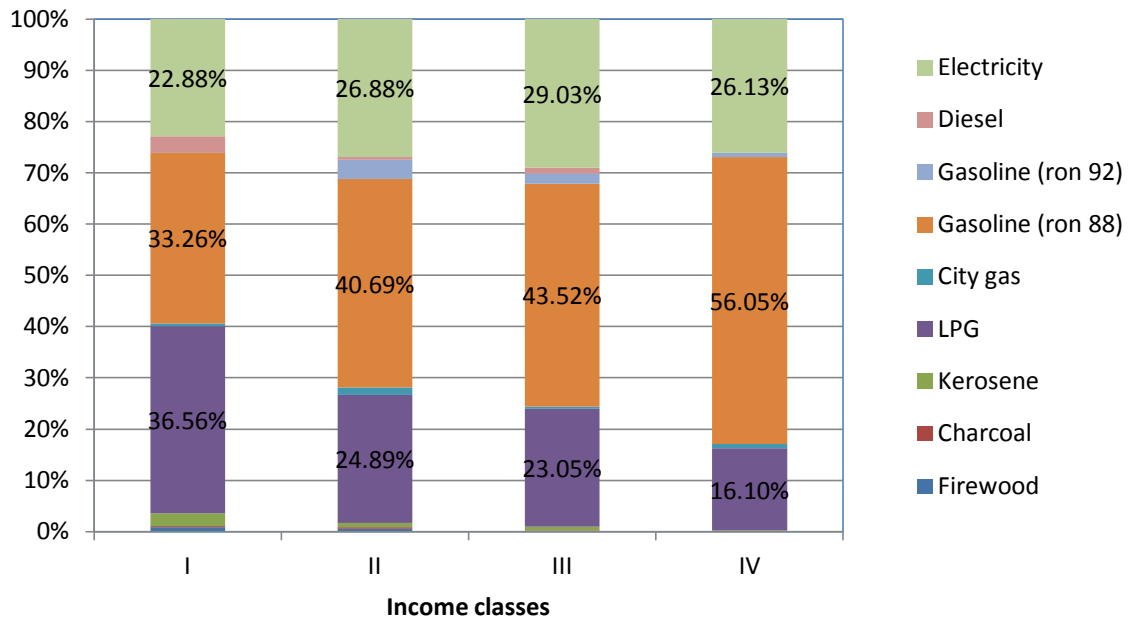


Gambar 1 Konsumsi energi rumah tangga Indonesia (desa dan kota) tahun 2011[1]

Disparitas konsumsi energi dan akses terhadap sumber daya energi adalah dua masalah utama konsumsi energi di sektor rumah tangga Indonesia [2]. 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 dominan dikonsumsi oleh rumah tangga pedesaan.



Gambar 2 Konsumsi energi rumah tangga perkotaan per bulan [3]



Gambar 3 Komposisi konsumsi energi rumah tangga perkotaan berdasarkan jenis sumber energi [3]

Banyak faktor yang menentukan konsumsi energi di sektor rumah tangga. Faktor-faktor tersebut termasuk dalam kategori yaitu: demografi, ekonomi, teknologi, dan gaya hidup. Meningkatnya populasi akan meningkatkan jumlah rumah tangga yang pada akhirnya akan meningkatkan konsumsi energi rumah tangga. Konsumsi energi rumah tangga juga ditentukan oleh pendapatan rumah tangga, dimana keluarga dengan pendapatan yang lebih tinggi pada umumnya mengkonsumsi lebih banyak energi dibandingkan keluarga dengan pendapatan yang lebih rendah. Pembagian kelas pendapatan pada gambar 2 dan 3 diatas adalah berdasarkan pada data distribusi pendapatan perkapita responden survey

pada studi [3]. Kelas I mempunyai pendapatan perkapita lebih kecil dari Rp 412.000, kelas II mempunyai pendapatan perkapita antara Rp 412.000-Rp 978.000, kelas III mempunyai pendapatan perkapita antara Rp 978.000-1.543.000, sementara kelas pendapatan IV memiliki pendapatan perkapita lebih besar dari Rp. 1.543.000.

2. Metodologi

Konsumsi energi rumah tangga dihitung dengan menggunakan model *end-use*. 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 (lihat persamaan.1)

$$\text{Konsumsi Energi} = \text{Tingkat aktivitas} \times \text{Intensitas Energi} \quad (1)$$

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

Tabel 1 Proyeksi Jumlah penduduk dan rumah tangga[4]

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 di dapatkan dari presentasi Badan Pusat Statistik (BPS) pada saat stakeholder consultation [4]. Data historis penduduk Indonesia pada rentang tahun 1990-2008 menunjukkan ukuran rumah tangga menurun 0,58% per tahun [5, 6]. Model ini menggunakan data persentase tersebut untuk memproyeksikan ukuran rumah tangga dari tahun dasar (2020) hingga tahun 2050. Tabel 2 menunjukkan struktur model sektor rumah tangga.

Table 2 Struktur model sektor rumah tangga

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

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

Data tahun dasar intensitas energi untuk setiap jenis penggunaan (pencahayaan, memasak, pendinginan, dan lain-lain) diambil dari *Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia 2012* dan kesepakatan *core team* [1]. Penilaian ini didasarkan atas berbagai makalah penelitian dan dokumen pemerintah. Intensitas energi untuk setiap jenis penggunaan berbeda antara rumah tangga perkotaan dan pedesaan. Model ini menggunakan kesepakatan *core team* dalam menentukan perbedaan intensitas antara rumah tangga pedesaan dan rumah tangga perkotaan (dalam persentase) (lihat tabel 5).

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

3. Asumsi

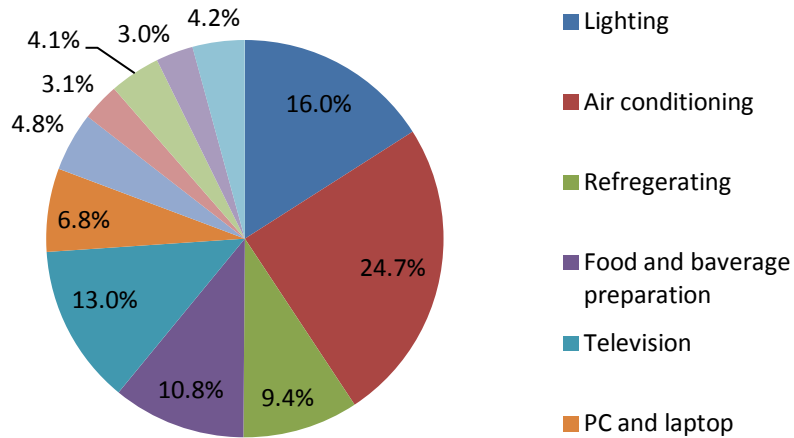
3.1 Expert judgment intensitas energi per penggunaan

Karena struktur konsumsi energi sektor rumah tangga di *Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia 2012* [1] berbeda dari struktur dalam model ini, *expert judgement* diperlukan untuk menemukan intensitas energi setiap pemanfaatan energi dalam pada tahun dasar. Tabel 3 menyajikan asumsi *core team modeler* dalam menentukan konsumsi energi untuk setiap pemanfaatan berdasarkan jenisnya bahan bakarnya.

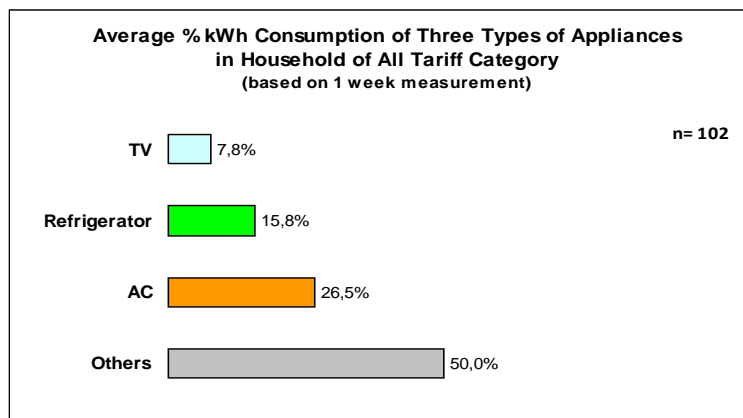
Table 3 Asumsi konsumsi energi untuk setiap pemanfaatan energi berdasarkan jenisnya bahan bakar[7]

	Biomass	Kerosen	LPG	Electricity
Pencahayaan		1%		19%
Memasak	100%	99%	100%	9%
Pendingin (AC)				24%
Lain-lain				48%

Untuk konsumsi listrik, kesepakatan dari *core team modeler* pada tabel 3 diatas didasarkan pada beberapa studi tentang survey konsumsi energy rumah tangga di Indonesia [8, 9]. Hasil survey tersebut dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.



(a)



(b)

Gambar 4. (a) Pangsa konsumsi listrik rumah tangga perkotaan Indonesia menurut penggunaan[8] (b) Pangsa konsumsi listrik rumah tangga untuk semua golongan tarif (berdasarkan pada 1 imggu pengukuran) [9]

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 perkapita meningkat, pada gilirannya hal ini akan menyebabkan meningkatnya standar hidup dan konsumsi energi di rumah tangga. Walaupun jumlah peralatan dalam rumah tangga meningkat seiring dengan peningkatan taraf hidup, tetapi konsumsi energi per peralatan di perkirakan akan turun akibat peningkatan efisiensi. Kesadaran akan pentingnya penghematan energi juga akan berkontribusi terhadap 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, *Core team modeler* sepakat untuk membagi periode penurunan intensitas dalam tiga periode yaitu : 2011-2025, 2026-2035, dan 2036-2050. Nilai intensitas dalam tiap periode dihitung dengan menggunakan teknik interpolasi. Detil peningkatan (penurunan) intensitas tiap periode dapat dilihat pada Table 4. Nilai pada tabel 4 didasarkan pada berapa faktor yaitu: peningkatan rasio elektrifikasi, peningkatan standar hidup, dan penetrasi teknologi yang lebih efisien termasuk didalamnya pengaruh *passive design* misalnya perbaikan insulasi, dan pencahayaan alami. Kontribusi faktor-faktor diatas akan di diskusikan lebih detail pada bagaian 3.3 (logika leveling).

Table 4. Asumsi intensitas energi per periode

Struktur	Trajectory/Leveling	Penambahan (pengurangan) intensitas energi relatif terhadap tahun dasar (2011)		
		2025	2035	2050
Pencahayaannya	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%)
Pendingin (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 sampai tahun 2025 diasumsikan intensitas energi per rumah tangga meningkat, kemudian meningkat lagi tetapi dengan laju yang lebih kecil dari periode sebelumnya sampai 2035 selanjutnya turun sampai

tahun 2050. Trend naiknya intensitas energi dari tahun dasar sampai tahun 2025 disebabkan adanya naiknya standar hidup dan rasio elektrifikasi, hal ini diperkuat dengan adanya data daftar tunggu rumah tangga yang menginginkan akses listrik pada statistik PLN [10]. Fakta ini menunjukkan bahwa sesungguhnya potensi konsumsi energi di rumah tangga lebih besar dari pada yang tercatat pada *Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia 2012* [1]. Antara tahun 2026-2035 intensitas energi diasumsikan naik dengan laju yang lebih lambat, di satu sisi terjadi penambahan rumah tangga yang mendapatkan akses energi dan penambahan peralatan pengonsumsi energi akibat peningkatan taraf hidup, di sisi yang lain terjadi penurunan intensitas energi per peralatan akibat penetrasi teknologi yang lebih efisien. Antara tahun 2036-2050 akses energi rumah tangga sudah hampir jenuh sementara terjadi penetrasi teknologi yang lebih efisien. Hal ini menyebabkan penurunan intensitas energi.

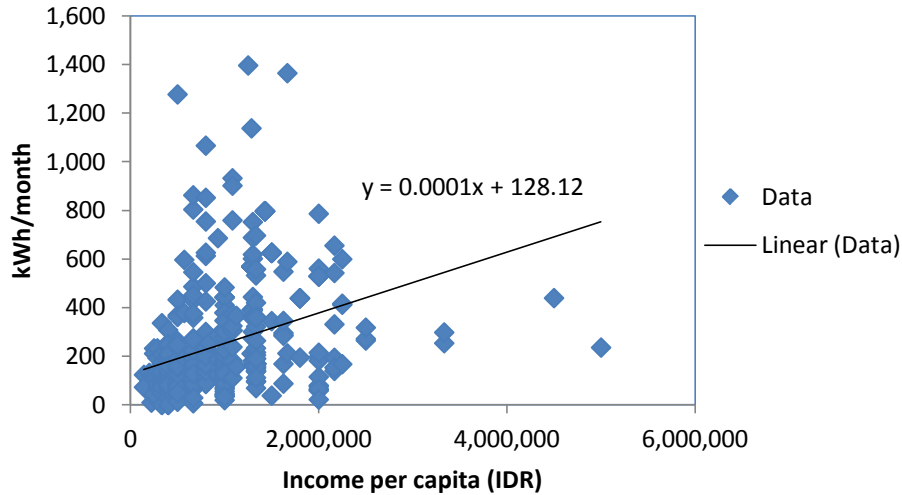
3.3 Logika Leveling

Seperti disebutkan sebelumnya, perubahan intensitas energi pada pada Tabel 4 diatas untuk tiap level 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 didalamnya usaha untuk menghemat energi yang diterapkan pada desain bangunan rumah. Besarnya penetrasi teknologi yang lebih efisien serta pengaruh *passive design* dapat terjadi secara alami ataupun dapat di tunjang dengan kebijakan pemerintah yang bersifat mengikat. Instrumen pemerintah untuk meningkatkan penetrasi teknologi yang efisien antara lain adalah rencana penerapan kebijakan Standard dan Label hemat energi untuk peralatan pemanfaatan energi di 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 [11]. 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 [11].

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 lain, maka secara nasional total konsumsi energ listrik rumah tangga per total jumlah rumah tangga di tahun 2035 akan naik sekitar 30% disbanding tahun 2011.

Secara umum tingkat konsumsi energi rumah tangga akan dipengaruhi oleh tingkat penghasilan. Semakin besar penghasilan, orang akan cenderung membeli peralatan untuk keperluan kenyamanan dalam rumah tangga. Hal ini berimplikasi terhadap naiknya konsumsi energi di rumah tangga. Merujuk kepada survey pada studi [8], hubungan antar penghasilan rumah tangga dan konsumsi listrik dapat dilihat pada Gambar 5.



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

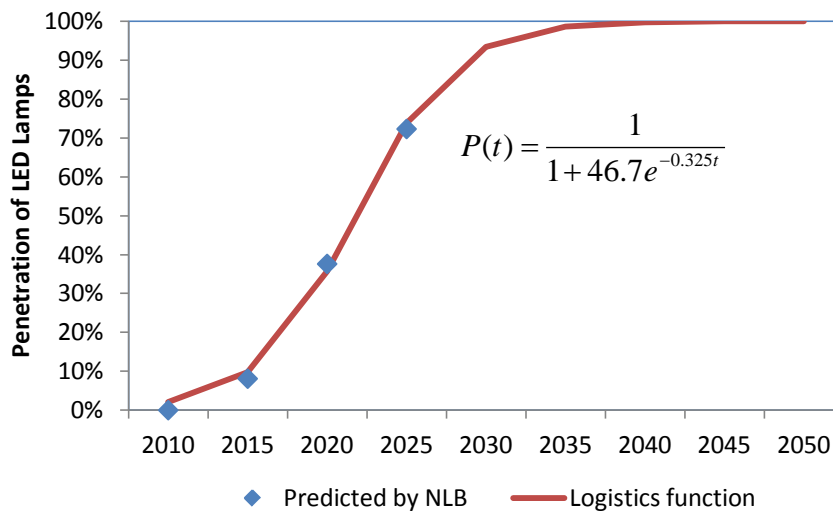
Persamaan pada gambar 5 diatas menunjukkan bahwa kenaikan pendapatan sebesar 10% berimplikasi terhadap kenaikan konsumsi listrik sebesar 4%.

Subsidi listrik juga sangat mempengaruhi pola konsumsi energi di rumah tangga. Semakin kecil subsidi listrik berkaitan semakin tingginya harga listrik, hal ini berakibat kepada turunnya intensitas listrik akibat adanya kesadaran tentang pentingnya menghemat listrik. Pada level 1 diasumsikan subsidi listrik seperti pada kondisi tahun dasar sampai tahun 2050. Pada Level 2 , diasumsikan subsidi listrik hanya untuk golongan tertentu. Level 3 mengasumsikan subsidi untuk golongan tertentu hanya sampai tahun 2025, tahun 2026-2050 diasumsikan sudah tidak ada subsidi lagi. Untuk level 4, diasumsikan sudah tidak ada subsidi dari tahun dasar sampai tahun 2050.

Logika perubahan intensitas untuk masing-masing penggunaan di tiap level dapat di elaborasi 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 rumah tangga karena jika dibandingkan dengan teknologi bohlam dan CFL, LED hanya mengkonsumsi kurang lebih 12% dan 41% secara berurutan. Gambar 6 menunjukkan prediksi penetrasi LED di Negara Amerika Serikat (AS) oleh National Lighting Bureau (NLB).



Gambar 6. Prediksi penetrasi LED di Amerika Serikat [12]

Untuk tiap-tiap level, penentu konsumsi listrik untuk pencahayaan di 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 usaha pemerintah untuk meningkatkan rasio elektrifikasi berakibat kepada naiknya intensitas energi. Instrument kebijakan Standard dan Label hemat energi tidak bersifat mengikat, Penetrasi LED masih jauh dari prediksi pada Gambar 6, diperkirakan penetrasi LED hanya 20%. Kombinasi dari faktor-faktor diatas berkontribusi terhadap kenaikan intensitas konsumsi pencahayaan sebesar 30% dibanding tahun dasar pada tahun 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 30% dari total teknologi pencahayaan yang ada. Kombinasi dari faktor-faktor diatas berkontribusi terhadap kenaikan intensitas konsumsi pencahayaan sebesar 35% dibanding tahun dasar pada tahun 2035.

Pada periode 2035-2050, komposisi lampu di rumah tangga masih di dominasi oleh CFL, teknologi Bohlam sudah tidak digunakan, penetrasi LED 40% dari populasi teknologi pencahayaan. Pada periode ini, faktor yang paling menentukan konsumsi energi di 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 kepada 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 usaha pemerintah untuk meningkatkan rasio elektrifikasi, tetapi sebagian rumah tangga (35%) sudah mengadopsi lampu LED, walaupun penetrasinya masih jauh dari prediksi LED pada Negara maju (lihat Gambar 6). Faktor-faktor diatas mengakibatkan intensitas pencahayaan per rumah tangga di prediksi naik 20% dari tahun dasar pada tahun 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 sebesar 40% dari total teknologi pencahayaan yang ada. Kombinasi dari faktor-faktor diatas berkontribusi terhadap kenaikan intensitas konsumsi pencahayaan sebesar 25% dibanding tahun dasar pada tahun 2035.

Pada tahun 2050, teknologi lampu di rumah tangga di dominasi oleh CFL dan LED dengan komposisi masing-masing 50%, teknologi Bohlam sudah tidak digunakan lagi. Instrument kebijakan Standard 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 usaha pemerintah untuk meningkatkan rasio elektrifikasi, Penetrasi LED sudah mencapai level sesuai dengan prediksi pada Negara maju (lihat Gambar 6). Intensitas energi di prediksi 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% dari tahun dasar. Pada tahun 2050, komposisi lampu di rumah tangga di dominasi oleh LED. Hal ini akibat adanya kebijakan Standard Kinerja Energi Minimum (SKEM) yang bersifat *mandatory* sementara kebijakan labelisasi masih bersifat *voluntary*. Usaha-usaha tersebut mengakibatkan penurunan intensitas energi untuk pencahayaan sebesar 10% di tahun 2050 dibanding tahun dasar (2011).

Level 4

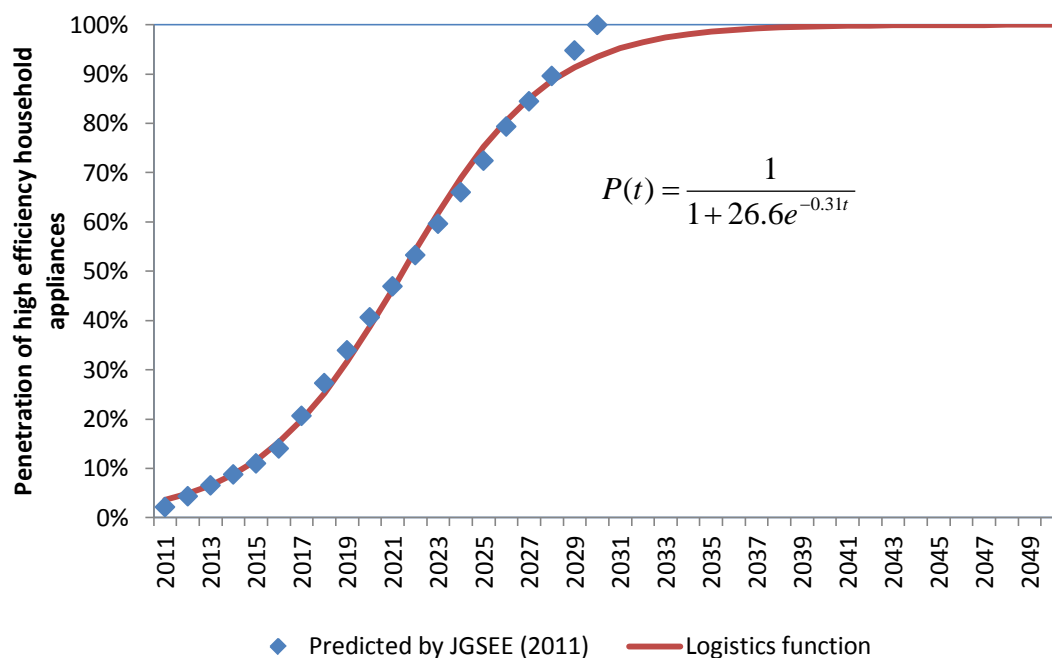
Pada periode 2011-2025 titik lampu per rumah tangga diperkirakan meningkat akibat adanya peningkatan taraf hidup dan usaha pemerintah untuk meningkatkan rasio elektrifikasi, lampu LED sudah diadopsi secara luas bahkan lebih tinggi dibandingkan dengan prediksi penetrasi LED pada negara maju (Gambar 6). Penetrasi LED diperkirakan sudah mencapai 90% di tahun 2025. intensitas energi untuk pencahayaan di prediksi 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% dari tahun dasar. Pada tahun 2050, intensitas energi diasumsikan sebesar 25% lebih kecil dari tahun dasar hal ini disebabkan oleh penetrasi lampu LED, pencahayaan alami, dan lighting sensor yang sudah diadopsi secara luas akibat adanya kewajiban SKEM dan Labelisasi

pada lampu. Ditambah lagi dengan meningkatnya kesadaran tentang pentingnya peran pencahayaan alami dan *lighting sensor* untuk 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. Biomasa, 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 sementara produk dengan efisiensi tinggi dapat mencapai 68% [8]. 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 peralatan-peralatan rumah tangga Negara Thailand yang dilakukan oleh Joint Graduate School of Energy and Environment (JGSEE) [13] 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 [13]

Pemerintah menerapkan kebijakan untuk mengurangi konsumsi biomasa 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 pada Gambar 7. Penetrasi kompor LPG yang efisien hanya 20% di tahun 2025. Faktor-faktor tersebut berkontribusi kepada 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 dari periode sebelumnya. Penggunaan kompor dan peralatan memasak yang efisien hanya 30% di 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 merubah komposisi jenis bahan bakar untuk memasak. Penggunaan kompor dan peralatan memasak dengan efisiensi tinggi belum diadopsi secara luas dan masih jauh dari target penetrasi pada gambar 7. Kompor LPG yang efisien hanya mencapai 40% dari total populasi kompor LPG. Instrumen kebijakan Standard 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 dari periode sebelumnya. Penggunaan kompor dan peralatan memasak yang efisien hanya 40% di tahun 2035. Konsumsi energi untuk memasak naik per rumah tangga naik dari 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 Standard 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 diatas 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 di bangun 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 sesuai dengan prediksi pada Gambar 7 (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 dari periode sebelumnya, jumlah rumah tangga yang menggunakan kompor yang efisien sesuai dengan prediksi pada Gambar 7, kompor LPG yang hemat energi sudah diadopsi 95% oleh rumah tangga Indonesia di tahun 2035. Konsumsi energi untuk memasak diperkirakan lebih tinggi 15% dari tahun dasar.

Pada tahun 2050 LPG sudah menjadi pilihan utama di pedesaan dan biogas sebagai 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 masal di kota-kota besar, dan instalasi biogas di kawasan pedesaan. Jumlah rumah tangga yang menggunakan kompor yang efisien lebih tinggi dengan prediksi pada Gambar 7 (80%) pada tahun 2025. Kondisi ini menyebabkan konsumsi energi untuk memasak per rumah tangga naik 5% dibandingkan dengan tahun dasar.

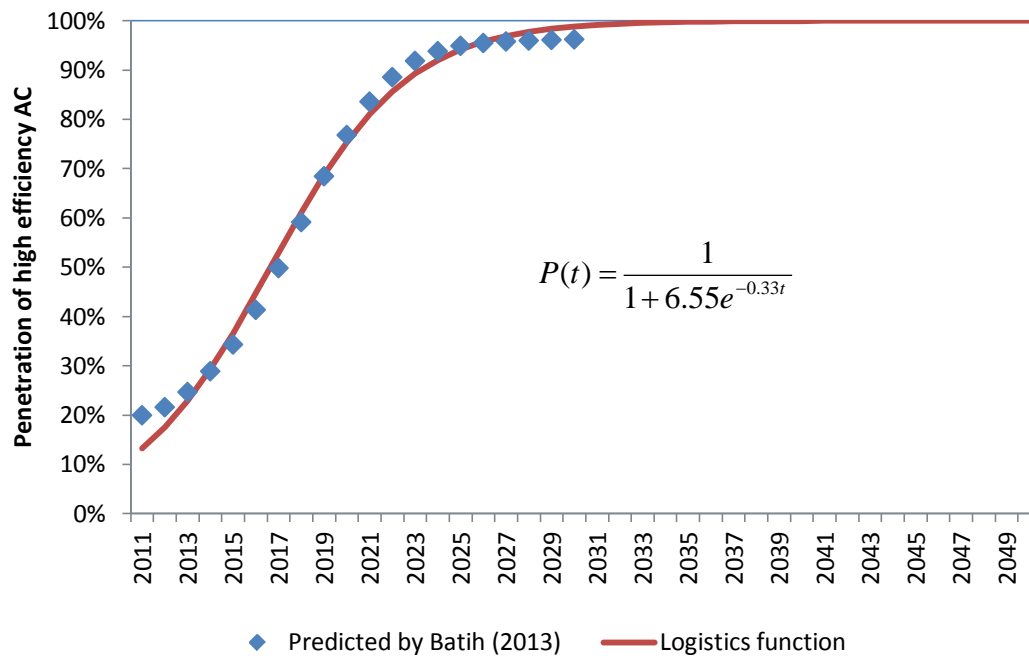
Pada periode 2026-2035 semua rumah tangga sudah menggunakan kompor dan peralatan memasak yang efisien. Konsumsi energi untuk rumah tangga naik dari periode sebelumnya tetapi dengan laju yang lebih rendah. Konsumsi energi per rumah tangga untuk memasak naik 8% dari tahun dasar.

Pada tahun 2050, Instrumen kebijakan Standard 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, dan biogas di pedesaan. Kedepannya rumah tangga Indonesia lebih memilih membeli makanan diluar 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 dapat menghemat konsumsi listrik di subsektor pendinginan karena kedua teknologi ini hanya masing-masing hanya mengkonsumsi listrik sebesar sekitar 74% dan 40% dibanding kan teknologi konvensional (COP=3.1). Studi [8] 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 hamper tidak dapat ditemukan rumah tangga yang menggunakan AC dengan teknologi inverter, sisanya masih menggunakan teknologi konvensional. Studi [8] juga memberikan memprediksi penetrasi teknologi AC pada masa yang akan datang (lihat Gambar 8). Prediksi pada 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 [8]

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 usaha pemerintah untuk meningkatkan rasio elektrifikasi membuat intensitas energi untuk pendinginan di prediksi naik 30% dari tahun dasar. Penetrasi AC dengan teknologi low wattage masih jauh di bawah prediksi pada Gambar 8, pada tahun 2025 populasi AC dengan dengan teknologi low wattage diperkirakan mencapai 40% dari total populasi AC yang di gunakan 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 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 dari tahun dasar. Untuk semua periode, Instrumen kebijakan Standard dan Label hemat energi untuk AC tidak bersifat mengikat. SKEM dan Labelisasi masih bersifat voluntary.

Level 2

Pada periode 2011-2025, adanya peningkatan taraf hidup dan usaha pemerintah untuk meningkatkan rasio elektrifikasi membuat intensitas energi untuk pendinginan di prediksi naik. AC dengan teknologi low wattage mencapai 70% dari total popusi AC yang di gunakan di rumah tangga Indonesia. Faktor-faktor diatas menyebabkan konsumsi listrik per rumah tangga di tahun 2025 naik 20% dibanding dengan konsumsi pada tahun dasar.

Pada periode 2026-2035, penggunaan AC dengan teknologi low wattage menyebab 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 Labelisasi masih bersifat voluntary. 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 usaha pemerintah untuk meningkatkan rasio elektrifikasi serta penetrasi AC dengan teknologi low wattage dan inverter yang sudah mencapai masing-masing 70% dan 20% membuat intensitas energi untuk pendinginan di prediksi naik 10% dari tahun dasar.

Pada periode 2026-2035, semua AC sudah berteknologi low wattage dan inverter dengan share masing-masing 50%, intensitas energi diprediksi lebih besar 15% dari tahun dasar. AC jenis inverter sudah diadopsi secara luas di tahun 2050 akibat adanya kebijakan pemerintah tentang SKEM dan labelisasi pada produk AC. Pada level ini juga diasumsikan bahwa masyarakat sudah mulai menyadari pentingnya insulasi untuk mengurangi beban pendinginan. Usaha-usaha diatas berkontribusi kepada penurunan intensitas untuk pendinginan menjadi 5% lebih kecil dari tahun dasar.

Level 4

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

Pada periode 2026-2035, semua AC sudah berteknologi low wattage dan inverter dengan share masing-masing 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 labelisasi pada produk AC. Disisi lain, desain bangunan baru sudah sangat

memperhatikan sirkulasi udara sehingga dapat mengurangi kebutuhan pendinginan. Intensitas energi untuk pendinginan turun sebesar 20% dibanding 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-peralatan lainnya. Teknologi motor yang efisien menjadi salah satu faktor penentu konsumsi energi untuk sub-sektor ini. Mengingat kipas angin, pompa, air vacum cleaner, dan kompresor pada peralatan-peralatan di rumah tangga menggunakan motor listrik. Teknologi Variable Frequency Drive (VFD) adalah jenis teknologi motor listrik yang dapat menyesuaikan kecepatan dan torsi seseuai dengan frekuensi dan voltase input. Teknologi ini diharapkan. Teknologi ini dapat menghemat konsumsi listrik secara signifikan. Sebagai contoh, pada 63% kecepatan maksimum, teknologi ini hanya mengkonsumsi 25% power pada kecepatan maksimum tersebut [14]. Karena sub-sektor ini mencakup berbagai macam peralatan rumah tangga, maka prediksi penetrasi teknologi yang fisien menggunakan prediksi pada Gambar 7.

Level 1

Pada periode 2011-2025, adanya peningkatan taraf hidup dan usaha pemerintah untuk meningkatkan rasio elektrifikasi membuat rumah tangga sehingga jumlah peralatan listrik per rumah tangga meningkat. Pada tahun 2025 penetrasi peralatan teknologi dengan efisiensi tinggi masih jauh dari prediksi 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 di 2030. Kondisi ini mengakibatkan konsumsi energi per rumah tangga untuk peralatan-peralatan pada subsektor ini naik sebesar 35% dari tahun dasar. SKEM dan Labelisasi sudah mulai diterapkan tetapi tidak bersifat mengikat, penurunan intensitas dipengaruhi oleh pertimbangan ekonomi. Pada tahun 2050 intensitas energi masih 25% lebih 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 usaha 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 dibanding level 1 walaupun masih jauh dari prediksi pada Gambar 7. 30% rumah tangga menggunakan peralatan yang efisien. Faktor-faktor diatas menyebabkan konsumsi energi untuk per rumah tangga untuk sektor ini lebih besar 20% dibanding 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. Akibatnya, konsumsi energi per rumah tangga untuk sub-sektor ini di prediksi lebih besar 25% dari tahun dasar.

Pada tahun 2050, SKEM dan Labelisasi sudah diterapkan tetapi belum bersifat mengikat. Penurunan intensitas dipengaruhi oleh pertimbangan ekonomi. Peralatan yang efisien sangat mudah di temui di pasaran. 50% rumah tangga sudah menggunakan peralatan yang efisien. Faktor-faktor diatas 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. Disisi lain, pada level ini penetrasi peralatan yang efisien sudah mendekati target pada Gambar 7 (65%). Faktor-faktor diatas berakibat kepada meningkatkan intensitas energi sebesar 10% dibanding tahun dasar.

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

Pada tahun 2050, peralatan dengan efisiensi tinggi sudah di adopsi secara luas. SKEM sudah diwajibkan untuk semua peralatan sementara Labelisasi masih tidak bersifat mengikat. Usaha-usaha diatas 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 dari prediksi 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 Labelisasi sudah diwajibkan untuk semua peralatan. Pada level ini kesadaran menghemat energi sudah tinggi, perilaku ,menghemat energi sudah di adopsi secara luas. Usaha-usaha diatas mengakibatkan konsumsi energi pada subsector ini lebih kecil 10% dari tahun dasar.

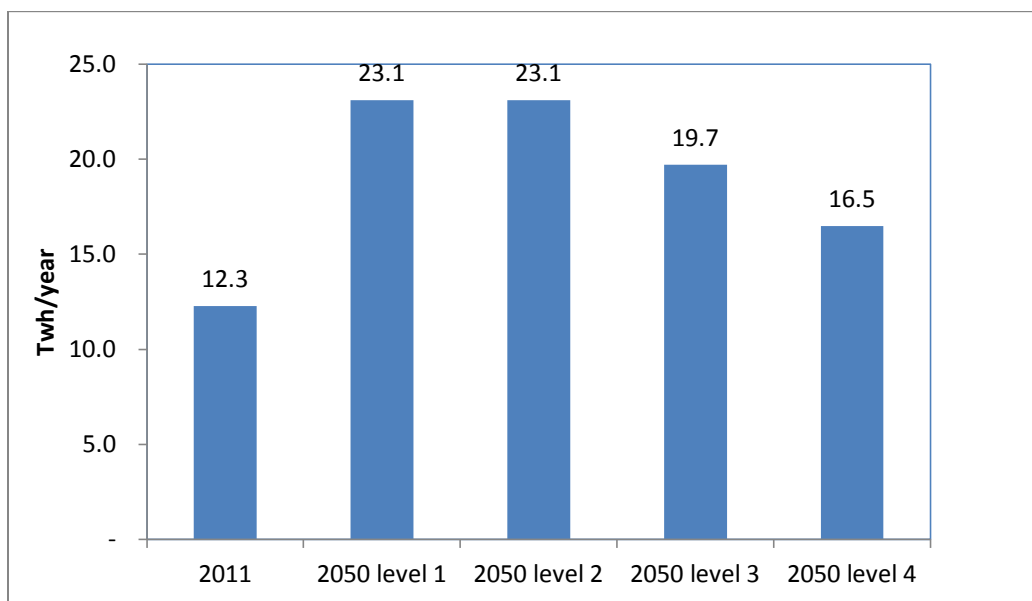
Intensitas energi setiap jenis pemanfaatan pada rumah tangga perkotaan berbeda dengan intensitas energi pada rumah tangga pedesaan. *Core team* telah sepakat bahwa intensitas energi rumah tangga pedesaan adalah 18,5% lebih rendah daripada intensitas energi rumah tangga perkotaan. Tabel 5 menyajikan intensitas energi rumah tangga perkotaan dan pedesaan untuk setiap jenis pemanfaatan di tahun dasar (2011)

Table 5 Intensitas energi rumah tangga pedesaan dan perkotaan untuk setiap pemanfaatan energi di tahun dasar

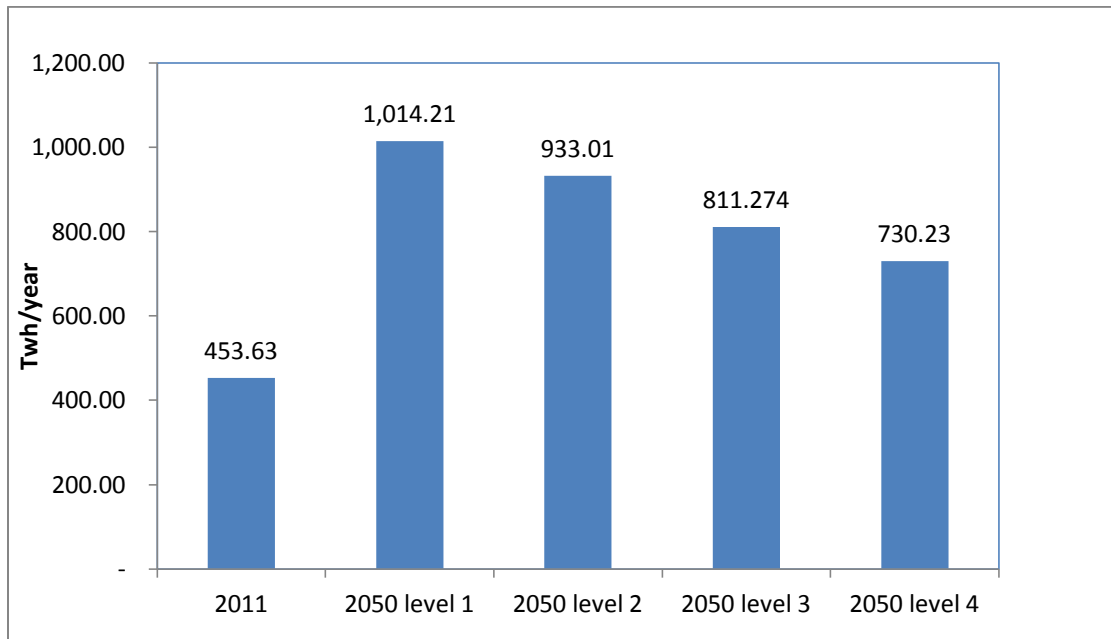
Level	Pencahayaannya			Memasak			Pendinginan			Lain-lain		
	Perkotaan	Pedesaan	Rata-rata pembobotan	Perkotaan	Pedesaan	Rata-rata pembobotan	Perkotaan	Pedesaan	Rata-rata pembobotan	Perkotaan	Pedesaan	Rata-rata pembobotan
Level 1	0.17	0.14	0.15	6.28	5.12	5.71	0.38	0.31	0.19	0.42	0.35	0.39
Level 2	0.14	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

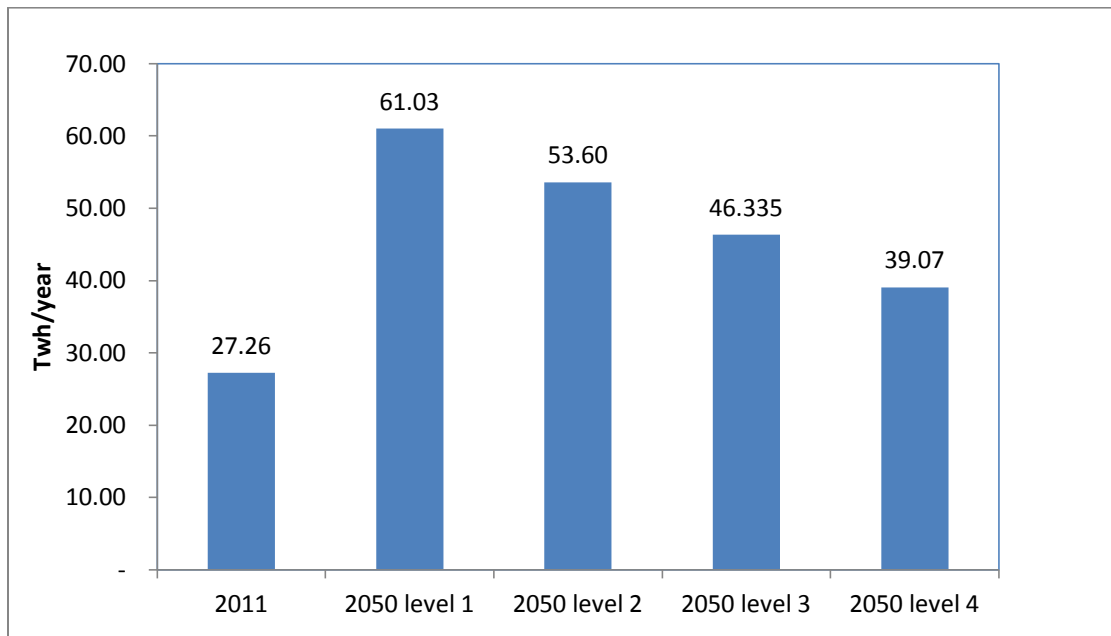
Dengan menggunakan metodologi dan asumsi di atas, konsumsi energi di sektor rumah tangga adalah sebagai berikut.



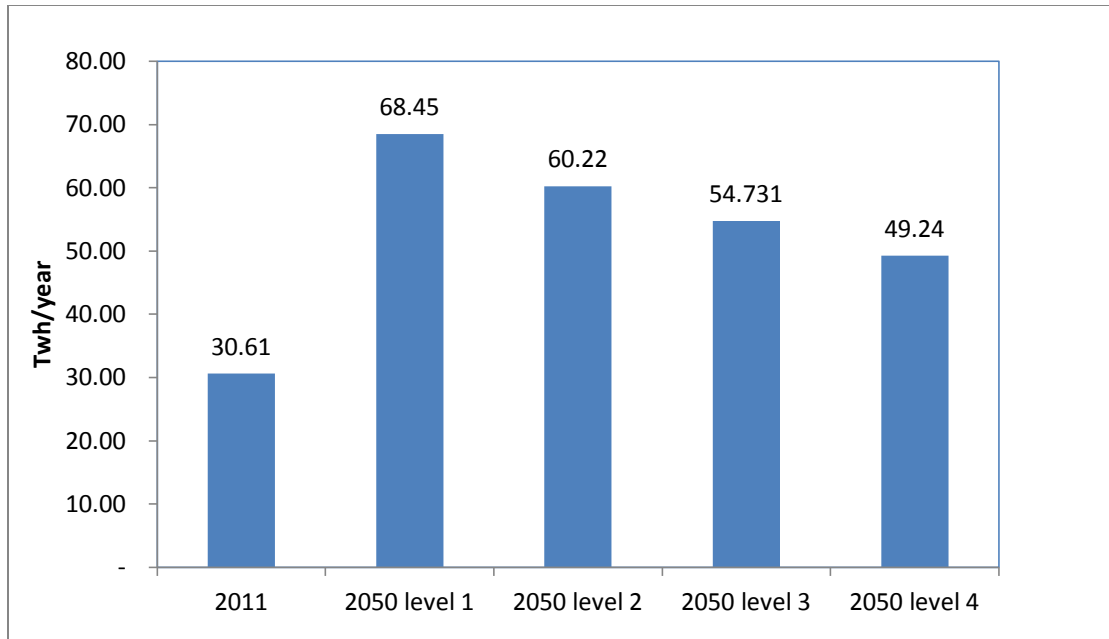
Gambar 9 Konsumsi energi rumah tangga untuk pencahayaan



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

1. Ministry of Energy and Mineral Resources (MEMR), *Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia*. 2012.
2. 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.
3. 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.
4. BPS, *Perkembangan Jumlah Penduduk dan Rumah Tangga*. 2014.
5. Ministry of Energy and Mineral Resources (MEMR), *Handbook of Energy and Economics Statistics of Indonesia*. 2005.
6. Ministry of Energy and Mineral Resources (MEMR), *Handbook of Energy and Economics Statistics of Indonesia*. 2009.
7. Core team modeler, *Core team modeler meeting*. 2014: Bandung.
8. 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.
9. JICA, *JICA Study for Promoting Practical Demand Side Management in Indonesia*. 2011, PT. Energy Management Indonesia (Persero).
10. (Persero), P.P., *Satistik PLN 2012*. 2012.
11. KESDM, *Draft Peraturan Menteri Skem & Label Pengkondisi Udara dan Lemari Pendingin*. 2014, KESDM.
12. (NLB), T.N.L.B. *74% Market Penetration Predicted for White-Light LED*. 2015 [15 January 2015].

13. 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.
14. Wikipedia. *Variable Frequency Drive*. [cited 2015 22 January 2015]; Available from: http://en.wikipedia.org/wiki/Variable-frequency_drive.