

ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMI PENGGUNAAN MOTOR INDUKSI KELAS IE₁, IE₂, IE₃ DAN IE₄ PADA APLIKASI POMPA AIR DI MASYARAKAT UNTUK Mendukung Efisiensi Energi dan Penurunan CO₂

Fikri Adzikri, Iwa Garniwa

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok, Indonesia

Institut Teknologi PLN, Cengkareng, Indonesia

Email: fikri.adzikri@ui.ac.id, adzikcry@gmail.com

Abstrak

Sektor perumahan menjadi salah satu sektor beban energi listrik yang harus diperhatikan. Berdasarkan data statistik PLN 2021, energi yang terjual ke pelanggan sektor rumah tangga sebesar 44,78% dari total energi listrik yang terjual oleh PLN. Ini menunjukkan sektor perumahan memiliki pengaruh yang cukup besar dalam konsumsi energi listrik. Pemahaman dalam memilih alat – alat listrik yang efisien di sektor perumahan akan mempengaruhi beban listrik nasional yang lebih efisien, termasuk penggunaan motor induksi pada aplikasi pompa air. Tujuan dari studi yang dilakukan untuk menurunkan konsumsi energi listrik, memberi gambaran keuntungan secara teknoekonomi pada pemakaian motor induksi pompa air yang lebih efisien serta memberikan rekomendasi kebijakan pengaplikasian motor induksi yang efisien. Metode yang digunakan adalah mensimulasikan penggunaan motor induksi dengan skenario analitik ”perbandingan” antara motor induksi non IEC dan standard IEC dari sisi teknoekonomi. Secara teknis semua kelas motor standard IEC lebih efisien dibandingkan non IEC. Ditinjau dari nilai *life cycle cost* dari penggunaan motor standard IEC akan semakin meningkat dengan penambahan kelas dan rating daya. Sedangkan ditinjau dari *cost of efficiency*, dinilai menguntungkan karena rata - rata semakin meningkat kelasnya akan semakin rendah nilai biaya efisiensinya. Investasi yang dilakukan tidak mengandung pengembalian modal apabila diperhitungkan dengan *NPV*, *PI* dan *IRR* berdasarkan pengeluaran tahunannya. Sedangkan dari tinjauan dalam mengembalikan selisih modal motor Standard IEC terhadap motor Non IEC, investasi dinilai layak pada beberapa rating daya. Kebijakan yang direkomendasikan untuk penerapan motor kelas IE₃ dan IE₄ adalah melalui penerapan standard kinerja energi minimum dan pelabelan, kampanye efisiensi energi, insentif pada sektor produsen, dan kebijakan subsidi.

Kata Kunci: motor induksi, efisiensi, konsumsi energi

Abstract

The housing sector is one of the electrical energy burden sectors that must be considered. Based on PLN 2021 statistical data, the energy sold to household

sector customers is 44.78% of the total electricity sold by PLN. This shows the housing sector has a significant influence on electrical energy consumption. Understanding in choosing efficient electrical devices in the housing sector will affect the more efficient national electricity load, including the use of induction motors in water pump applications. The purpose of the study conducted to reduce electrical energy consumption, provide a description of the advantages of techno economy on the use of more efficient water pump induction motors and provide recommendations for the policy of applying an efficient induction motor. The method used is to simulate the use of induction motors with an analytical "comparison" scenario between non-IEC induction motors and standard IEC from the technoeconomic side. Technically all Standard IEC motor classes are more efficient than non-IEC. Judging from the life cycle cost value of the use of the IEC standard motorbike, it will increase with class increase and power rating. Whereas in terms of cost of efficiency, it is considered profitable. Because the average increasing class will be the lower the value of efficiency costs. The investment made does not contain return on capital when calculated with NPV, PI and IRR based on the annual expenditure. While from a review in restoring the difference in the capital of the IEC motorcycle to non-IEC motorcycles, investment is considered feasible in several power ratings. The recommended policy for the application of IE₃ and IE₄ class motors is through the application of minimum energy performance and labeling standards, energy efficiency campaigns, incentives in the producer sector, and subsidized policies.

Keywords: *induction motor, efficiency, energy consumption*

Pendahuluan

Secara global sektor perumahan memiliki pangsa 35 % dari beban listrik dunia (Van Werkhoven, M. and Advani, 2017), dengan rata – rata peralatan – peralatan yang digunakan adalah lampu, televisi, kulkas, penanak nasi, pendingin udara (AC), kipas angin, dispenser, setrika, mesin cuci, pompa air dan peralatan lainnya (seperti charger laptop dan peralatan elektronika lainnya yang berdaya rendah).

Salah satu beban yang harus diperhitungkan dalam sektor perumahan adalah beban penggunaan motor induksi, karena beban motor induksi bersumbangsih sekitar lebih dari 50% dari konsumsi listrik dunia (Goman, Oshurbekov, Kazakbaev, Prakht, & Dmitrievskii, 2019) dan menyumbangkan sekitar 6040 MT CO₂ (Santos et al., 2014). Sedangkan dari Aplikasi penggunaan motor induksi secara global digunakan untuk penggunaan pompa air (22%), kipas angin (16%), konveyor (2%), pendingin (7%), kompresi udara (18%) dan aplikasi lainnya (35%) (Bucci, Ciancetta, Fiorucci, & Ometto, 2016). Sedangkan lebih spesifik penggunaan motor induksi untuk sektor perumahan ada pada penggunaan pompa air dan kipas angin. Oleh karena itu efisiensi pada mesin induksi menjadi sangat potensial dapat dilakukan untuk menurunkan konsumsi energy.

Hasil survey yang dilakukan untuk memperoleh data primer penggunaan pompa air di masyarakat dan motor pompa yang tersebar di pasaran, rata – rata motor yang dipakai masyarakat dan dijual dipasaran adalah motor – motor pompa diluar standard IEC (IE0) (MENAFN, 2019). Hal ini pula yang membuat penggunaan pompa air

khususnya untuk pompa sumur tidak diketahui dengan jelas terkait dengan efisiensi penggunaannya, karena penggunaannya harus sesuai dengan spesifikasi dari pompa air yang digunakan.

Sesuai dengan Peraturan Menteri ESDM No 14 Tahun 2021, di Indonesia sendiri penerapan MEPS sesungguhnya telah dilaksanakan dalam bentuk Standard Kinerja Energi Minimum (SKEM) namun masih dalam tataran peralatan televisi, kipas angin, AC, rice cooker dan lemari pendingin (Indonesia, 2021). Sedangkan untuk penggunaan pompa air sendiri masih belum ditetapkan dalam SKEM.

Beberapa penelitian terkait telah dilakukan terutama mengenai kinerja motor dengan standard IEC 60034-30-1. Diantaranya adalah penelitian yang dilakukan oleh Julio R. Gomez dkk, yang mengidentifikasi peluang teknoekonomi pada penggunaan motor efisiensi premium sebagai alternatif untuk negara berkembang tepatnya pada penggantian motor efisiensi kelas IE1 ke IE3. Studi yang dilakukan dengan metode yang diusung menghindari evaluasi semua motor di tempat yang sedang diteliti dan menunjukkan keefektifannya dengan menunjukkan biaya energi yang dihemat untuk membedakan motor mana yang akan dievaluasi (Gómez, Quispe, Castrillón, & Viego, 2020).

Penelitian lainnya adalah mengenai performa kelas motor IEC yang dilakukan oleh Victor Goman dkk, penelitian yang dilakukan adalah membandingkan kinerja motor kelas IE2, IE3 dan IE4 pada aplikasi pompa air sektor industri dalam kontribusinya menyumbangkan emisi CO₂ serta keuntungan ekonomi yang didapatkan dari penggunaan motor. Pada penelitian ini didapat bahwa, meskipun biaya investasi awal motor IE4 lebih tinggi daripada motor IE3, motor IE4 lebih menguntungkan jika dipertimbangkan lebih dari 3 tahun pengoperasian dan juga memberikan pengurangan emisi CO₂ yang signifikan (Goman et al., 2019).

Kemudian penelitian – penelitian mengenai kinerja pompa air untuk efisiensi secara nasional juga banyak dilakukan. Diantaranya adalah penelitian yang dilakukan oleh Eka Nurdiana dkk. Penelitiannya menganalisis efisiensi mesin pompa air untuk pemanfaatan rumah tangga. Hasil penelitian ini disimpulkan bahwa performa pompa air Tipe PW-120JET memiliki kurva performa yang mendekati kurva performa pada spesifikasinya (Nurdiana, Syafei, & Prawoto, 2021). Kemudian penelitian lainnya adalah yang dilakukan Khalif Ahadi dkk, tentang efisiensi energi pompa air sumur yang digunakan pada sektor rumah tangga. Pada penelitian yang dilakukan memberikan gambaran efisiensi pompa air yang beredar di masyarakat Indonesia serta membahas potensi penghematan energi dengan pemberlakuan standar mutu hemat energi untuk pompa air pada sektor perumahan. Hasil dari penelitian yang dilakukan adalah, jika diberlakukan standar mutu hemat energi dengan batas nilai efisiensi minimum 29,2%, akan dapat menghemat energi listrik nasional sekitar 555,4 MWh per-tahun (Ahadi, Anggono, & Suntoro, n.d.).

Dari beberapa percobaan dan penelitian – penelitian terkait yang telah belum ditemukan studi yang menganalisa secara teknis dan ekonomi penggunaan motor induksi pompa air di masyarakat menggunakan skenario perbandingan motor induksi

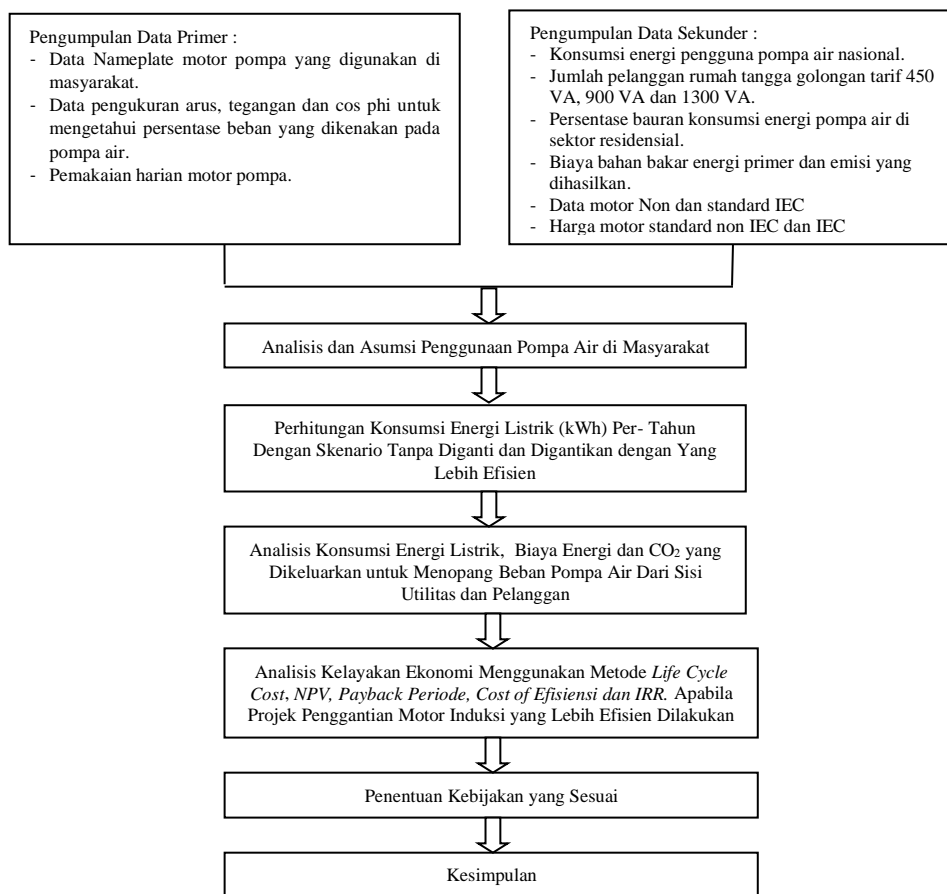
Analisis Teknis dan Ekonomi Penggunaan Motor Induksi Kelas IE₁, IE₂, IE₃ dan IE₄ Pada Aplikasi Pompa Air di Masyarakat Untuk Mendukung Efisiensi Energi dan Penurunan CO₂

Non IEC dan Standard IEC serta data bebannya diambil dari kondisi eksisting penggunaan pompa air di masyarakat, kemudian membandingkan keuntungan yang diperoleh dari konsumsi energi yang diserap, efisiensi, penghematan biaya dan emisi CO₂.

Pada penelitian ini akan lebih di fokuskan ke penggunaan motor induksi penggerak pompa air pada sektor perumahan khususnya di Indonesia. Tujuan dari studi yang dilakukan untuk menurunkan konsumsi energi listrik, memberikan gambaran keuntungan secara teknoekonomi pada pemakaian motor induksi pompa air yang lebih efisien serta memberikan rekomendasi kebijakan pengaplikasian motor induksi yang efisien.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan adalah simulasi dan analisis teknoekonomi penggunaan motor induksi pada aplikasi pompa air dengan membandingkan antara motor induksi Non IEC dan motor standard IEC. Simulasi dan analisis teknoekonomi dilakukan secara analitik untuk memperoleh hasilnya sebelum dianalisis. Adapun tahapan – tahapan penelitian yang dilakukan dapat ditunjukkan pada gambar 1 sebagai berikut :



Gambar 1
Alur Penelitian

Pengukuran data lapangan dilakukan untuk mengetahui karakteristik beban penggerak pompa air dimasyarakat. Setelah itu dilakukan asumsi penggunaan motor induksi masyarakat (eksisting) dengan dataset *WEG Electric Motor* yang disimulasi menggunakan beban hasil pengukuran, untuk diketahui konsumsi energi dan emisi yang dihasilkan. Tahap selanjutnya dilakukan simulasi perbandingan penggerak pompa air eksisting yang diasumsikan dipakai dirumah warga, dengan motor dengan standard IEC dari kelas IE1 sampai IE4. Motor kelas IE4 diproyeksikan untuk penggunaan pada golongan tarif 1300 VA (d disesuaikan dengan asumsi). Data spesifikasi motor kelas IEC diambil dari dataset *WEG Electric Motor*. Motor dengan standard IEC tersebut menggantikan motor induksi eksisting dirumah warga yang spesifikasinya disesuaikan mendekati yang sedang digunakan secara eksisting. Pengambilan sampel data dilakukan pada 7 rumah warga yang memakai pompa air standard Non-IEC. Berikut adalah asumsi simulasi motor induksi Non IEC dan penggantian motor induksi yang digunakan, seperti yang ditunjukkan pada tabel 1 dan tabel 2 :

Tabel 1
Asumsi Simulasi Motor Non IEC

Asumsi Pengaplikasian Beban Dari Data Primer Berdasarkan Rating Daya, Beban Dan Kelas Daya Pada Sektor Perumahan Di Indonesia Ke Dataset Non IEC								
Kelas Daya	Non IEC			ASUMSI	Non IEC			
		HP	Load (%)		HP	Load (%)	Load (%) (dataset)	Effisiensi (%) (dataset)
450 VA	Nasional GP 125	0,17	80	WE G	0,16	84	75	39
450 VA	Shimizu Jet 108 Bit	0,20	83	WE G	0,25	67	75	41
1300 VA	Wasser PW 381 ea	0,50	82	WE G	0,5	83	75	64
1300 VA	Guchi Model 255A	0,36	90	WE G	0,33	97	100	53
900 VA	Dabavon Pompa DP-255A	0,34	92	WE G	0,33	94	100	53
900 VA	Paloma PP-260JP	0,34	85	WE G	0,33	86	75	48
450 VA	Shimizu PS 135 EA	0,18	80	WE G	0,16	91	100	45

Tabel 2
Asumsi Simulasi Perbandingan Motor Non IEC dan Standard IEC

Kelas Daya	Asumsi Perbandingan Motor Induksi Non Iec Dan Iec Berdasarkan Rating Daya, Beban Dan Kelas Daya Pada Sektor Perumahan Di Indonesia						
	Non IEC			PER	Kelas IEC		
	HP	Load (%)	HP		Load	Nilai Beban yang	

Analisis Teknis dan Ekonomi Penggunaan Motor Induksi Kelas IE₁, IE₂, IE₃ dan IE₄
 Pada Aplikasi Pompa Air di Masyarakat Untuk Mendukung Efisiensi Energi dan
 Penurunan CO₂

				(%)	Digunakan dari Dataset (%)		
450 VA	WE	0,1	84	WEG	0,16	84	75
	G	6					
450 VA	WE	0,2	67	WEG	0,25	67	75
	G	5					
1300 VA	WE	0,5	83	WEG	0,5	83	75
	G						
1300 VA	WE	0,3	97	WEG	0,33	97	100
	G	3					
900 VA	WE	0,3	94	WEG	0,33	94	100
	G	3					
900 VA	WE	0,3	86	WEG	0,33	86	75
	G	3					
450 VA	WE	0,1	91	WEG	0,16	91	100
	G	6					

Pada hasil perhitungan data lapangan diambil hasil perhitungan bebannya saja, kemudian penggunaan motor induksi di masyarakat diasumsikan penggunaannya menggunakan motor (non –IEC) yang memiliki data yang lengkap dan disesuaikan dengan persentase pembebanan dan daya yang dikenakan pada motor yang dibandingkan. Setelah itu dilakukan skenario perbandingan antara motor dari standard motor non IEC dan Standard IEC disesuaikan dengan pembebanan dan juga rating daya yang ada. Sebagai contoh penggerak pompa air dengan rating daya 0,17 HP (Non IEC) terukur memikul beban 80 %, jika motor tersebut aplikasikan dengan rating daya 0,16 (Non IEC) maka motor tersebut akan memikul beban 84% dan nilai efisiensi yang diambil dari dataset motor IEC adalah pada pembebanan 75 % (yang terdekat dengan nilai pembeban 87%). Begitupun skenario penggantian yang dilakukan dari standard Non IEC ke IEC.

Beberapa persamaan – persamaan yang digunakan dalam menghitung beberapa parameter yang ada pada penggerak pada pompa air adalah sebagai berikut : (U.S of Departement Energy, 2014)

Penentuan Beban Motor

$$Motor\ Load = \left(\frac{amps_{measured}}{amps_{full\ load\ nameplate}} \right) \times \left(\frac{Volts_{measured}}{Volts_{full\ load\ nameplate}} \right)$$

Perhitungan Efisiensi Pada Motor

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_i}$$

Keterangan :

P_{out} = Daya Keluar Satu Fasa (kW)

P_i = Daya Masukan Satu Fasa (kW)

Penghematan Daya Listrik

$$kWh = 0,746 \times hp \times L \times \frac{100}{E} \times \text{jam operasi}$$

Dimana :

Hp = Rating Daya Pada Nameplate Motor

L = Beban Motor Dalam Format Desimal

E_{motor} = Efisiensi Motor Induksi (%)

Karena desain yang lebih baik dan menggunakan bahan berkualitas tinggi, motor kelas IEC memiliki harga sekitar 15% hingga 30% lebih tinggi dari pada yang tidak termasuk dalam standard IEC. Namun, dalam banyak studi dan kasus, perbedaan harga ini dengan cepat dipulihkan melalui pengurangan penggunaan listrik. Untuk menentukan kelayakan ekonomi dari pemasangan motor efisiensi premium, maka harus diketahui total penghematan energi tahunan dari biaya investasi awal motor standard IEC. Metode yang digunakan untuk menilai kelayakan ekonomi dari investasi dalam langkah-langkah efisiensi energi adalah sebagai berikut :

Life Cycle Cost (LCC)

Life cycle cost merupakan metode ke-ekonomian untuk mengevaluasi usaha, dimana semua biaya pembelian, pengoperasian, perawatan dan pengeluaran lainnya serta manfaat yang diperoleh dari usaha tersebut ditinjau kelayakannya mengenai usaha tersebut : (West)

$$\text{Life Cycle Cost (LCC)} = S + O\&M$$

Dimana :

S = Biaya Investasi Awal

O&M = *Operational & Maintenance*

Biaya operasional yang dikeluarkan selama periode hidup aset baru yang diusahakan tersebut, akan berbeda dari tahun ke tahun. Untuk menghitung biaya operasional yang disesuaikan dengan bunga Bank Indonesia, dipakailah persamaan berikut ini (Yonata, 2017):

$$O\&M_p = O\&M$$

Dimana :

O&M_p = Biaya Present Value O&M

O&M = Biaya O&M per-tahun

n = *life time* aset

i = Tingkat bunga bank

Membandingkan antara manfaat yang diterima di masa yang akan datang dengan pengeluaran dana saat ini merupakan hal yang sukar dilakukan karena adanya perbedaan nilai waktu uang. Untuk mengatasi hal tersebut dipakailah perhitungan *Discount Factor (DF)*, yakni dengan melakukan diskonto terhadap manfaat yang

Analisis Teknis dan Ekonomi Penggunaan Motor Induksi Kelas IE₁, IE₂, IE₃ dan IE₄
Pada Aplikasi Pompa Air di Masyarakat Untuk Mendukung Efisiensi Energi dan
Penurunan CO₂

diterima di masa yang akan datang ke nilai di masa sekarang. Rumus perhitungan *discount factor* adalah sebagai berikut (Yonata, 2017):

$$DF = \frac{1}{(1+i)^n}$$

Dimana

DF = *Discount Factor*

i = Tingkat bunga bank

n = Lama *life time* aset

Cost of Efficiency (COE)

Cost of Efficiency (COE) adalah perbandingan antara biaya total per tahun dari aset dengan efisiensi yang dihasilkannya selama periode yang sama. Perhitungan *COE* dari aset ditentukan oleh *LCC*, *Cost Recovery Factor (CRF)*, dan selisih konsumsi energi antara motor standard IEC dan non-IEC. Sedangkan *CRF* merupakan faktor yang digunakan untuk mengkonversikan semua *cash flow* dari *Life Cycle Cost (LCC)* menjadi serangkaian keuntungan dalam bentuk biaya tahunan dengan jumlah yang sama. Rumus perhitungan *CRF* adalah sebagai berikut : (Yonata, 2017)

$$CRF = \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

Dimana :

CRF = *Cost Recovery Factor*

i = Tingkat suku bunga bank (%)

n = Life time aset (tahun)

Setelah diketahui *CRF*, maka perhitungan *COE* dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$COE = \frac{LCC \times CRF}{kWh_{\text{saving}}}$$

Dimana :

COE = *Cost of Efficiency*

LCC = *Life Cycle Cost*

kWh_{saving} = Energy yang dihemat per-tahun (kWh/tahun)

Net Present Value (NPV)

NPV membandingkan nilai uang yang diterima hari ini dan nilai uang pada masa mendatang dengan memasukkan variabel inflasi dan laju pengembalian. *NPV* didasarkan pada teknik *discounted cash flow (DCF)* dengan tiga langkah dasar, yaitu menemukan *present value* dari setiap arus uang, termasuk didalamnya adalah pemasukan, pengeluaran, dan diskon harga proyek. Jika nilai *NPV* adalah negatif, maka proyek tidak direkomendasikan untuk dilaksanakan, jika nilainya positif, maka proyek

layak untuk dilaksanakan. Nilai *NPV* bernilai nol berarti tidak ada perbedaan apabila proyek tetap dilakukan atau ditolak. Rumus untuk menentukan *NPV* adalah sebagai berikut (Yonata, 2017).

$$NPV = -S + \sum_{t=1}^n \frac{NCF_t}{(1+i)^n}$$

Dimana

i = *Discount Rate*

n = Masa kerja modul (tahun)

t = Tahun yang diperhitungkan (tahun)

S = investasi awal

NCF = Pendapatan bersih hingga tahun ke – n

Internal Rate of Return (IRR)

IRR adalah tingkat diskonto yang dihasilkan ketika *NPV* bernilai sama dengan nol (atau tingkat di mana biaya sama dengan manfaat investasi) (Yonata, 2017). *IRR* yang dihasilkan dari suatu investasi kemudian harus dibandingkan dengan tingkat *discount factor* yang sedang berlaku.

Jika $IRR > Discount Factor$, maka proyek menambah nilai atau menguntungkan.

Jika $IRR < Discount Factor$, maka nilai proyek menurun atau rugi.

Jika $IRR = Discount Factor$, maka hanya kembali modal.

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} (i_2 - i_1)$$

Dimana :

$NPV_1 = NPV$ ketika i_1

$NPV_2 = NPV$ ketika i_2

i_1 = *Discount rate* rendah

i_2 = *Discount rate* tinggi

Profitability Index (PI)

PI merupakan suatu pendekatan menyerupai dengan *NPV*. *PI* membandingkan nilai arus kas bersih yang akan datang dengan nilai investasi sekarang. *Profitability Index* dan *Net Present Value* ketika digunakan untuk menilai kelayakan investasi suatu aset maka hasilnya konsisten. Investasi dikatakan layak apabila *PI* lebih besar dari 1, sebaliknya apabila nilai *PI* kurang dari 1 maka investasi dikatakan tidak layak. Berikut merupakan persamaan yang digunakan untuk menghitung *PI* (Apriliana & Sutopo, 2017):

$$PI = \frac{PV \text{ of Future Cash Flows}}{Initial Cost}$$

Hasil dan Pembahasan

Sebagaimana pengukuran dengan mengambil sampel 7 rumah yang memakai motor induksi sebagai penggerak pompa air sumur di sektor perumahan. Data tersebut

Analisis Teknis dan Ekonomi Penggunaan Motor Induksi Kelas IE₁, IE₂, IE₃ dan IE₄
Pada Aplikasi Pompa Air di Masyarakat Untuk Mendukung Efisiensi Energi dan
Penurunan CO₂

diasumsikan sebagai representasi penggunaan pompa air sumur warga yang ada di Indonesia. Dari data tersebut dapat digambarkan bahwa kebanyakan masyarakat menggunakan penggerak pompa air pada rata – rata beban 85%, yang merupakan titik optimum efisiensi dari motor induksi bekerja. Kemudian efisiensi penggunaan penggerak motor induksi pada pompa air yang digunakan di masyarakat berdasarkan asumsi yang dibuat jika dirata – rata adalah 49%.

Data – data sekunder seperti intensitas dan perilaku masyarakat dalam menggunakan penggerak motor induksi pompa air dipakai sebagai pelengkap data – data primer yang didapatkan sebelumnya. Data – data tersebut diperoleh lembaga CLASP dalam hal ini bekerjasama dengan lembaga survey IPSOS untuk mengetahui karakteristik pemakaian peralatan – peralatan listrik yang ada pada sektor perumahan. Data-data sekunder yang didapat tersebut memberikan informasi bahwa rata-rata pemilik rumah hanya memiliki satu buah penggerak motor induksi untuk pompa air dengan pemakaian per-harinya kurang lebih sekitar 2,6 jam dalam sehari. Selain itu jika ditinjau dalam skala makro, penetrasi pompa air dari banyaknya jumlah pelanggan rumah tangga adalah 35%. Sedangkan untuk penetrasi penggunaan pompa air di masyarakat setiap golongan tarif adalah 450 VA dan 900 VA adalah (31%), 900 VA non subsidi (39%) dan 1300 VA (37%).

a. Analisa Penggunaan Energi Pada Penggunaan Pompa Air di Masyarakat

Perhitungan dilakukan untuk mengetahui energi yang dihasilkan dari penggunaan pompa air harian, bulanan serta tahunan, secara keseluruhan dan per golongan tarif pelanggan. Perhitungan menggunakan persamaan (1) untuk perhitungan beban, (2) untuk perhitungan efisiensi, persamaan (3) menghitung daya dan energi terpakai motor. Tabel 4 berikut adalah hasil perhitungan keseluruhan yang telah dilakukan, dapat dilihat pada tabel. Berikut ini:

Tabel 4
Hasil Perhitungan Asumsi Pemakaian Energi Penggunaan Motor Induksi Perumahan

No	Merk	Data Non IEC dengan Asumsi Beban di Sektor Perumahan			Jam	Energi (Wh) (Non IEC)		
		P (HP)	Load (%)	Effisiensi Elektrik (%)		Energi (kWh) per-hari	Energi (kWh) per-bulan	Energi (kWh) per-Tahun
1	WEG	0,16	84	39	2.6	0,67	20	241
2	WEG	0,25	67	41	2.6	0,79	24	285
3	WEG	0,5	83	64	2.6	1,26	38	453
4	WEG	0,33	97	53	2.6	1,17	35	422
5	WEG	0,33	94	53	2.6	1,14	34	409
6	WEG	0,33	86	48	2.6	1,15	34	413
7	WEG	0,16	91	45	2.6	0,63	19	226
Rata –Rata						0,97	29,14	349,69

Berdasarkan data Dirjen Ketenagalistrikan ESDM, bahwa data pelanggan sektor rumah tangga pada tahun 2020 adalah 67.248.000 pelanggan, sedangkan tidak semua pelanggan memiliki pompa air. Penetrasi penggunaan pompa air berdasarkan hasil survey secara keseluruhan adalah 35 %. (23.536.800).

Tabel
Hasil Perhitungan Asumsi Total Energi yang Digunakan Masyarakat
Dikalkulasikan dengan Jumlah Pelanggan yang Memiliki Pompa Air (Tahunan)

Total (kWh) Per Tahun (Jumlah Energi Terpakai dari 7 Jenis Pompa air pada simulasi yang dilakukan)	2.447	kWh
Jika setiap 7 rumah di sektor perumahan menggunakan pompa dengan spesifikasi sama seperti data primer. Maka, jumlah pelanggan Rumah Tangga (RT) dengan penetrasi 35 % dibagi dengan jumlah 7 tipe motor (23.536.800 pelanggan / 7)	3.362.400	Kelompok
Total kWh Per Tahun x 3.362.400 Kelompok Rumah	8.230.598.316	kWh
	8.230	GWh

Sedangkan jika perhitungan energi dan biaya yang dikeluarkan berdasarkan golongan tarifnya serta menggunakan persamaan yang sama, maka perhitungan disesuaikan dengan jumlah pelanggan per-golongan tarif, persentase penetrasinya dan biaya listrik per-golongan tarifnya. Jumlah pelanggan sektor rumah tangga golongan 450 VA memiliki penetrasi 31% (7.460.735), golongan 900 VA memiliki penetrasi 31% (9.703.391) dan golongan 1300 VA memiliki penetrasi 37 % (4.395.544,5). Kemudian tarif listrik golongan 450 VA (Rp 274 /kWh), 900 VA (Rp 1352 / kWh) dan 1300 VA (Rp 1444 /kWh). Berikut adalah hasil perhitungan energi dan biaya terpakai per-golongan tarif, yang ditunjukkan pada tabel 6 berikut ini:

Tabel 6
Hasil Perhitungan Energi dan Biaya Terpakai Per-Golongan Tarif

Golongan Tarif	Rata - Rata Perorangan		Keseluruhan	
	Energi Terpakai (kWh)	Biaya Pelanggan Per Tahun (Rp)	Energi Terpakai (GWh)	Biaya Pelanggan Per Tahun (Rp)
450 VA	251	68.666	1870	512.298.829.455
900 VA	411	555.348	3986	5.388.762.380.912
1300 VA	439	633.576	1929	2.784.928.400.670

Analisis Teknis dan Ekonomi Penggunaan Motor Induksi Kelas IE₁, IE₂, IE₃ dan IE₄
 Pada Aplikasi Pompa Air di Masyarakat Untuk Mendukung Efisiensi Energi dan
 Penurunan CO₂

b. Penggunaan Bahan Bakar, Emisi CO₂ dan Biaya yang Dikeluarkan Untuk Menopang Beban Pompa Air di Masyarakat

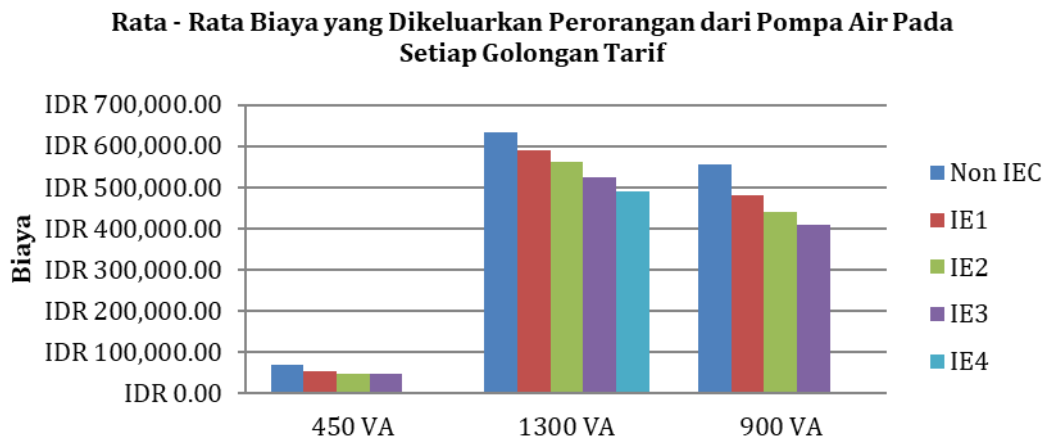
Perhitungan untuk menghitung penggunaan dan biaya bahan bakar per-jenis pembangkit yang dikeluarkan untuk menopang beban pompa air sektor perumahan, menggunakan data harga bahan bakar (Rp/kWh), faktor emisi CO₂ (gr/kWh), energi yang diproduksi per jenis bahan bakar dan energi yang dibutuhkan untuk menopang beban pompa air masyarakat per-golongan tarif berdasarkan asumsi perhitungan sebelumnya. Bahan bakar dan biaya energi yang digunakan adalah gas alam (Rp 1611/kWh), batubara (Rp 636/kWh), minyak bumi (Rp. 4746/kWh), air (Rp 438/kWh), panas bumi (Rp.1107/kWh) dan PLTGU (Rp.1322/kWh). Berikut merupakan hasil perhitungan biaya energi dan emisi pertahun penggunaan bahan bakar pembangkit untuk menopang pompa air, ditunjukkan pada tabel 7:

Tabel 7
Hasil Perhitungan Biaya Energi dan Emisi Pertahun Pada Penggunaan Bahan Bakar Pembangkit dalam Menopang Beban Pompa Air

Golongan Tarif	Total Energi Terpakai (GWh)	Total Biaya Energi Per Tahun (Rp)	Emisi Per-Tahun (grCO ₂)
450 VA	1870	1.732.821.211.632	544.956.137.405
900 VA	3986	3.693.969.428.551	1.161.718.992.104
1300 VA	1929	1.787.424.867.308	562.128.478.720

c. Analisa Skenario Penggunaan Motor Induksi untuk Penggerak Pompa Air Menggunakan Motor Induksi Standard IEC

Dataset standard IEC yang digunakan untuk simulasi penerapan perbandingan dengan Non IEC menggunakan motor induksi *WEG Electric Motor* untuk kelas Non IEC dan IEC (kelas IE₁ sampai IE₄) dengan rating daya 0,16 HP sampai 0,50 HP. Dalam katalog tersebut memberikan informasi mengenai daya nominal, kecepatan, torsi, efisiensi, faktor daya, arus nominal, momen inersia, kapasitor dll. Rating daya motor yang digunakan dalam simulasi skenario perbandingan disesuaikan dengan rating daya dan pembebanan yang telah diukur di lapangan (data primer). Gambar 2 berikut merupakan hasil perhitungan dan perbandingan rata – rata biaya pemakaian energi listrik yang dikeluarkan perorangan dari pemakaian pompa air per-golongan tarif:

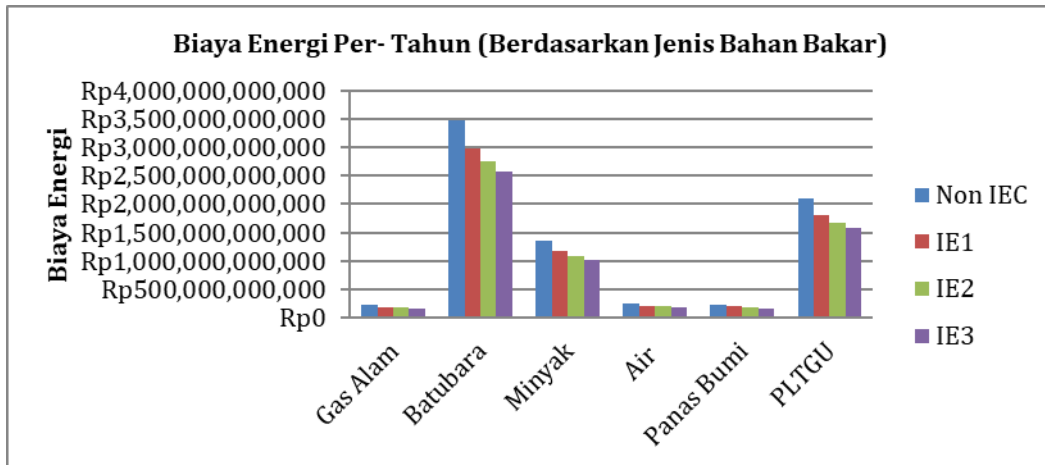


Gambar 2
Perbandingan Biaya Pemakaian Energi Setiap Kelas Motor Induksi

Grafik hasil simulasi memberikan informasi, bahwa yang memberikan kontribusi penghematan energi dan biaya pada semua golongan tarif adalah semua kelas pada motor standard IEC sesuai asumsi rating beban, daya dan efisiensi yang digunakan. Penggunaan motor induksi penggerak pompa air di masyarakat dengan merk dan rating daya sesuai data yang didapatkan, dan disesuaikan dengan asumsi yang ditetapkan, memberikan informasi bahwa beban yang dihasilkan optimum namun efisiensinya masih tergolong rendah. Rata - rata pembebanan yang dikenakan pada motor induksi eksisting adalah 85 % dan menghasilkan efisiensi rata – rata sebesar 49% (Berdasarkan asumsi). Besarnya konsumsi energi bukan berasal dari karakteristik pembebanannya, melainkan karena penggerak motor induksi yang digunakan.

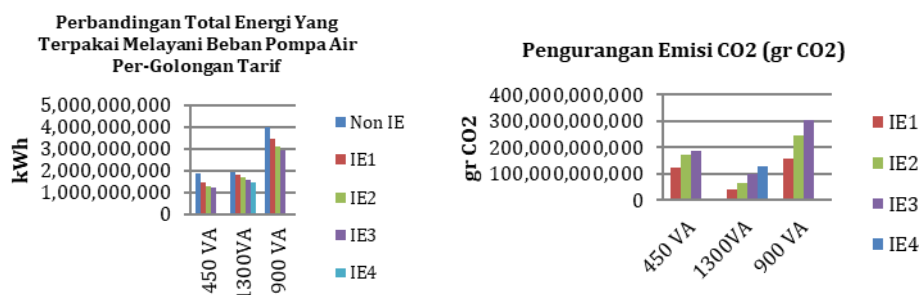
d. **Perbandingan Penggunaan Bahan Bakar, Emisi CO₂ dan Biaya Bahan Bakar Per-Jenis**

Seperti yang telah diketahui bahwa konsumsi energi yang dihasilkan akan berbanding lurus dengan emisi CO₂ dan biaya bahan bakar yang digunakan. Data yang digunakan untuk keperluan perhitungan adalah data mengenai harga bahan bakar (Rp/kWh), faktor emisi CO₂ (gr/kWh), energi yang diproduksi per jenis bahan bakar dan energi yang dibutuhkan untuk menopang beban pompa air masyarakat berdasarkan asumsi perhitungan sebelumnya. Berikut adalah hasil perhitungan biaya energi per-tahun berdasarkan jenis bahan bakar pembangkit yang digunakan untuk menopang beban pompa air, ditunjukkan pada gambar 3 berikut ini:



Gambar 3
Perbandingan Biaya Energi Per-Tahun Berdasarkan Bahan Bakar yang Digunakan Motor Induksi Non – IEC dan IEC

Penggunaan bahan bakar batubara masih menempati posisi terbesar dalam menopang kebutuhan listrik di Indonesia termasuk pada sektor perumahan, hal ini berdasarkan data laporan statistik PLN 2021 (PLN, 2021). Termasuk juga dalam menopang penggerak motor induksi untuk pompa air. Hal tersebut tentu akan berbanding lurus dengan biaya dan emisi CO₂ yang dikeluarkan. Motor induksi dengan standard IEC kelas IE₁ sampai IE₄ dapat menurunkan konsumsi energi per jenis bahan bakar dan emisi CO₂ secara signifikan dibanding menggunakan motor induksi eksisting yang diasumsikan ada di keseluruhan pengguna penggerak motor induksi pompa air di Indonesia yang berjumlah 23.536.800 pelanggan. Untuk kelas IE₄, dikarenakan dalam dataset katalog produk, kapasitas rating daya yang diproduksi pabrikan yang diambil adalah 0,33 HP dan 0,50 HP, maka motor kelas IE₄ hanya digunakan untuk tinjauan pada golongan tarif 1300 VA yang diasumsikan dipakai dalam golongan tarif tersebut. Sedangkan jika ditinjau dari per-golongan tarif perbandingan pemakaian energi dan potensi penghematan energi yang didapat, hasil perhitungannya dapat dilihat pada gambar 4 sebagai berikut:



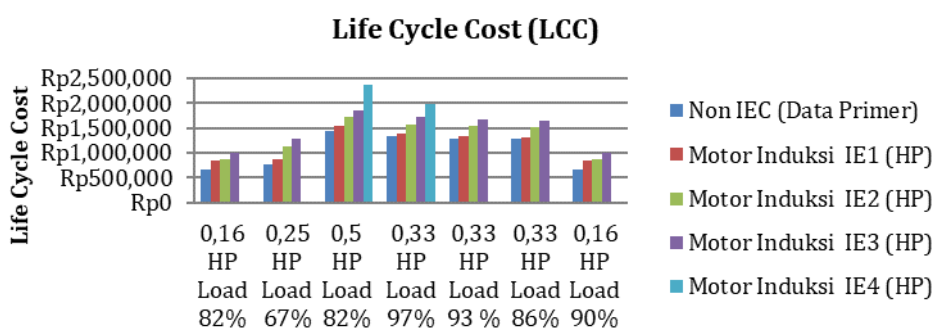
Gambar 4
Perbandingan Energi Pada Penggunaan Bahan Bakar dan Potensi Penghematan yang Dihasilkan oleh Motor Induksi Non – IEC dan IEC

Pada gambar grafik 4 menunjukkan penggunaan energi paling tinggi dan CO₂ ada pada golongan tarif 900 VA dikarenakan memiliki jumlah pelanggan yang paling banyak diantara golongan tarif lainnya. Pada gambar 4 juga menunjukkan potensi pengurangan konsumsi energi listrik dan emisi CO₂ ada pada semua golongan tarif dalam penggunaan motor induksi standard IEC.

- e. Analisa Ke-Ekonomian Penggunaan Motor Induksi Kelas IEC Berdasarkan Profil Beban dan Rating Daya yang Digunakan.

Analisis *Life Cycle Cost (LCC)*

Gambar 5 berikut adalah perbandingan nilai *LCC* berdasarkan rating daya motor induksi dan pembebanannya:



Gambar 5
Perbandingan Nilai *LCC* Berdasarkan Rating Daya Motor Induksi dan Pembebanan Pada Motor Induksi Standard IEC dan Non-IEC.

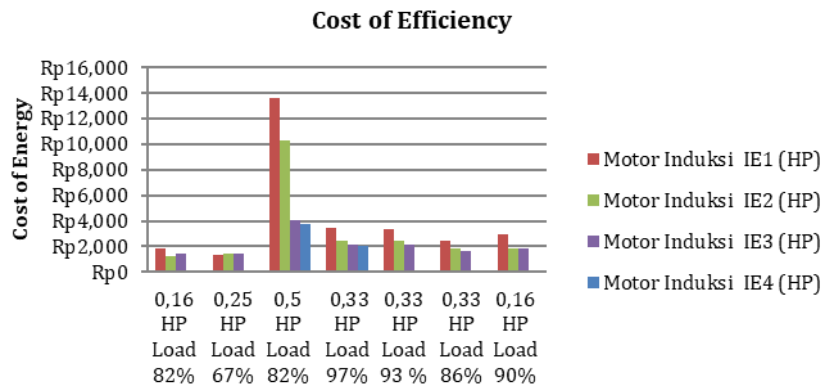
Berdasarkan hasil perhitungan pada gambar 5. motor induksi dengan nilai *LCC* terendah ada pada kelompok motor induksi dengan rating daya 0,16 HP dengan beban 82%, dan beban 90%. Hal ini terjadi karena pertama motor induksi dengan rating daya 0,16 HP memiliki harga investasi awal yang cukup rendah dibandingkan dengan motor induksi lain yang diperbandingkan dalam simulasi asumsi penggunaannya di masyarakat. Kedua, energi yang diserap dalam pengoperasiannya membutuhkan energi yang tidak sebesar ketika menggunakan motor induksi dengan rating daya di atasnya, sehingga biaya energi yang perlu dikeluarkan juga lebih kecil.

Secara lebih spesifik analisis *LCC* dari setiap kelas motor induksi, memiliki tren semakin naik kelas standard IEC semakin meningkat *LCC* nya. Semakin meningkat kelas akan semakin meningkat investasi awalnya dan semakin menurun konsumsinya jika dibandingkan dengan Non IEC. Walaupun terjadi penghematan dibanding dengan IE0, namun karena harga yang cukup mahal sehingga tidak bisa menekan *LCC* Standard IEC. Penurunan konsumsi yang ada dalam hal ini tidak memiliki pengaruh besar untuk menekan *LCC* dari penjumlahan harga investasi awal dengan konsumsi energi tahunan motor Standard IEC. Dari gambar 5. tersebut juga dapat terlihat korelasi, bahwa semakin tinggi rating daya yang digunakan, maka akan semakin tinggi nilai *LCC*.

Analisis Perhitungan *Cost of Efficiency (COE)*

Analisis Teknis dan Ekonomi Penggunaan Motor Induksi Kelas IE₁, IE₂, IE₃ dan IE₄ Pada Aplikasi Pompa Air di Masyarakat Untuk Mendukung Efisiensi Energi dan Penurunan CO₂

Cost of Efficiency (COE) secara garis besar merupakan biaya total yang dibutuhkan untuk melakukan efisiensi energi. *COE* dikatakan menguntungkan apabila nilainya semakin kecil, yang artinya biaya yang dibutuhkan untuk penghematan semakin murah dan begitupun sebaliknya. Berikut adalah hasil perhitungan dan perbandingan nilai *COE* pada setiap rating daya dan beban motor induksi penggerak pompa air:



Gambar 6
Perbandingan Nilai COE Berdasarkan Rating Daya Motor Induksi dan Pembebanan Pada Motor Induksi Standard IEC dan Non-IEC.

Berdasarkan gambar 6. Dilihat dari tren-nya, untuk rating daya 0.16 HP, 0.50 HP dan 0.33 HP merupakan gambaran ideal untuk motor standard IEC disetiap kelasnya karena memiliki tren semakin menurun ketika kelas IEC meningkat. Hal ini dikarenakan pada setiap kelas standard IEC yang disimulasikan, kenaikan nilai penghematan energi antar kelasnya, tidak bisa diimbangi dengan kenaikan *LCC* nya. Kenaikan nilai penghematan energi antar kelasnya dianggap menguntungkan dengan *LCC* yang ada. Dan hal ini termasuk baik. Sedangkan untuk rating daya 0.25 HP tidak termasuk baik, karena berkebalikan tren-nya dengan sebelumnya, nilai kenaikan *LCC* disetiap kelas IEC tidak bisa diimbangi dengan peningkatan nilai penghematan konsumsi energi pada setiap kenaikan kelas yang dimiliki standard IEC. Secara teknis nilai *COE* pada rating daya 0,24 HP yang didapat bisa dikarenakan pengoperasian beban yang diluar rentang optimum sehingga efisiensi yang didapat dari motor induksi tersebut kurang maksimal.

Analisis Investasi

Analisis investasi perlu dilakukan peninjauan untuk melihat apakah penggunaan motor induksi standard IEC adalah suatu hal yang layak untuk dilakukan atau tidak. Dalam menganalisa investasi, yakni pertama dilakukan dengan *Net Present Value (NPV)*, *Profability Index (PI)* dan *Internal Rate of Return (IRR)* untuk mengetahui apakah ada keuntungan dari nilai penghematan yang diterima berdasarkan pengeluaran tahunan yang dimiliki oleh motor standard IEC. Kedua berdasarkan kemampuan motor standard IEC mengembalikan selisih modal

terhadap motor Non IEC. Tinjauan pertama untuk mengetahui apakah ada profit secara tidak langsung yang diterima oleh pengguna, sedangkan tinjauan kedua untuk mengetahui apakah penggunaan motor induksi standard IEC lebih menguntungkan dari segi harganya dan penghematan yang diterima. Data yang digunakan adalah harga motor induksi kelas IEC dan Non IEC, tingkat suku bunga 3,5%, biaya pengeluaran energi dan keuntungan penghematan biaya energi. Selain itu dalam perhitungannya juga mempertimbangkan faktor lama usia motor induksi adalah 10 tahun. Tabel 8 dibawah ini menunjukkan hasil perhitungan kelayakan investasi pada penggunaan motor induksi standard IEC:

Tabel 8
Hasil Perhitungan Kelayakan Investasi Pada Penggunaan Motor Induksi Standard IEC

Motor Induksi Standard IEC	NPV	PI	IRR	Payback periode (Dihitung Bersama Pengeluaran Tahunan)	Payback periode (Untuk mengembalikan Selisih Modal Awal Standard IEC dengan Non IEC)	Keterangan
IE1 0,16 HP Load 82% Efisiensi 51 %	-Rp1.084.245	-0,37	0,96	Tidak Ada	13	Kurang Layak
IE1 0,25 HP Load 67% Efisiensi 57%	-Rp1.109.594	-0,35	1,00	Tidak Ada	6	Layak
IE1 0,5 HP Load 82% Efisiensi 66%	-Rp6.058.294	-5,61	0,33	Tidak Ada	6	Layak
IE1 0,33 HP Load 97% Efisiensi 60%	-Rp4.737.817	-4,54	0,34	Tidak Ada	2	Layak
IE1 0,33 HP 93 % Efisiensi 60%	-Rp3.522.978	-4,12	3,55	Tidak Ada	2	Layak
IE1 0,33 HP 86 % Efisiensi 57%	-Rp4.031.154	-3,71	0,35	Tidak Ada	1	Layak
IE1 0,16 HP Load 90% Efisiensi 53 %	-Rp1.153.357	-0,45	0,83	Tidak Ada	21	Kurang Layak
IE2 0,16 HP LOAD 82% Efisiensi 60%	-Rp999.186	-0,20	1,55	Tidak Ada	10	Layak
IE2 0,25 HP LOAD 67% Efisiensi 62 %	-Rp1.278.126	-0,20	1,55	Tidak Ada	14	Kurang Layak
IE2 0,50 HP LOAD 82% Efisiensi 67%	-Rp6.085.305	-4,52	0,34	Tidak Ada	11	Kurang Layak
IE2 0,33HP LOAD 97% Efisiensi 65%	-Rp4.278.117	-2,95	0,37	Tidak Ada	3	Layak
IE2 0,33 HP LOAD 93% Efisiensi 65%	-Rp3.982.081	-2,67	0,38	Tidak Ada	3	Layak
IE2 0,33 HP LOAD 86% Efisiensi 63%	-Rp3.515.120	-2,24	0,39	Tidak Ada	3	Layak
IE2 0,16 HP LOAD 90% Efisiensi 60%	-Rp1.028.214	-0,23	1,40	Tidak Ada	15	Kurang Layak
IE3 0,16 HP LOAD 82% Efisiensi 60%	-Rp1.124.105	-0,16	1,74	Tidak Ada	16	Kurang Layak
IE3 0,25 HP LOAD 67% Efisiensi 65%	-Rp1.398.380	-0,13	2,08	Tidak Ada	19	Kurang Layak
IE3 0,50 HP LOAD 82% Efisiensi 73%	-Rp4.706.917	-2,66	0,33	Tidak Ada	6	Layak
IE3 0,33 HP LOAD 97% Efisiensi 69%	-Rp3.961.158	-2,18	0,40	Tidak Ada	4	Layak
IE3 0,33 HP LOAD 93% Efisiensi 69%	-Rp3.709.491	-1,98	0,41	Tidak Ada	4	Layak
IE3 0,33 HP LOAD 86% Efisiensi 68%	-Rp3.156.831	-1,53	0,45	Tidak Ada	3	Layak
IE3 0,16 HP LOAD 90% Efisiensi 64%	-Rp1.168.752	-0,22	1,43	Tidak Ada	20	Kurang Layak
IE4 0,50 HP LOAD 82% Efisiensi 77 %	-Rp5.991.507	-2,28	0,44	Tidak Ada	9	Layak
IE4 0,33 HP LOAD 97% Efisiensi 74 %	-Rp3.734.686	-1,42	0,46	Tidak Ada	5	Layak

Pada tabel 8. menunjukkan bahwa penilaian kelayakan investasi penggunaan motor induksi dengan standard IEC ditinjau dari *NPV*, *PI*, dan *IRR* apabila penghematan yang diterima dikonversikan dalam bentuk uang, maka nilai kelayakannya masih dibawah kelayakan jika dihitung bersama biaya konsumsi energi listrik yang dihasilkan pada simulasi dan asumsi yang dibuat. Hal ini dikarenakan kemampuan penghematan biaya energi listrik yang dimiliki oleh motor induksi standard IEC belum bisa untuk melampaui pengeluaran konsumsi energi listrik tahunannya, sehingga dalam tinjauan ini tidak terdapat pengembalian modal. Sedangkan jika ditinjau untuk mengembalikan selisih modal awal standard IEC terhadap Non IEC dari nilai penghematan yang didapat maka pada rating daya 0,33 HP dan 0,50 HP yang lebih menguntungkan bagi masyarakat karena memiliki nilai *payback periode* yang baik dan cenderung stabil disetiap kelasnya serta memiliki efisiensi yang baik pada beban yang diasumsikan diterapkan dimasyarakat.

Analisis Teknis dan Ekonomi Penggunaan Motor Induksi Kelas IE₁, IE₂, IE₃ dan IE₄
Pada Aplikasi Pompa Air di Masyarakat Untuk Mendukung Efisiensi Energi dan
Penurunan CO₂

f. Alternatif Kebijakan Penghematan Energi Pada Penggunaan Penggerak Motor Induksi untuk Pompa Air

Seperti yang telah tercantum pada standard IEC khususnya 60034-30-1, yang harapannya berfungsi sebagai dasar referensi bagi pemerintah suatu negara untuk menentukan tingkat efisiensi peralatan – peralatan listrik. Interaksi kebijakan penggunaan motor secara internasional dengan kebijakan – kebijakan energi yang ada disuatu negara, sesungguhnya memiliki potensi kebijakan efisiensi energi yang cukup baik jika disesuaikan dengan kondisi yang ada di suatu negara tersebut. Berikut ini adalah rekomendasi, apabila kebijakan internasional dalam MEPS diterapkan dan disesuaikan dengan kebijakan dan aktifitas dalam negeri.

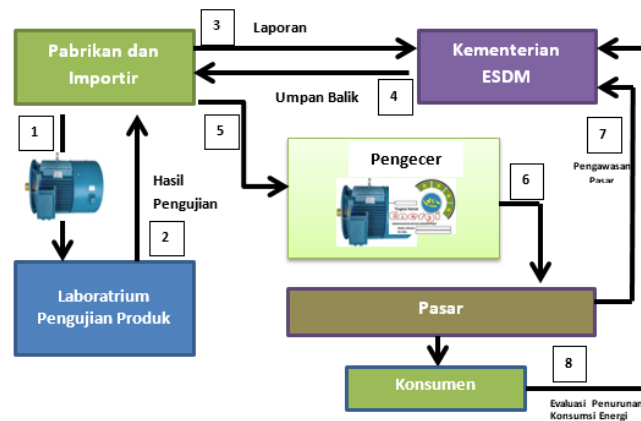
- Standar Kinerja Energi Minimum dan Penerapan Label

MEPS dengan pelabelan disatukan karena penerapannya kebanyakan di negara lain adalah berupa penandaan. Agar masyarakat mengetahui tingkat efisiensi yang ada pada aset tersebut. MEPS mengatur apa yang dapat dibeli pelanggan, membatasi mereka pada produk dengan efisiensi yang lebih tinggi. Konsep desain yang dipakai dalam pelabelan tetap sama seperti pada penerapan 5 peralatan listrik menurut Peraturan Menteri ESDM No 14 Tahun 2021, namun ketentuan bintang untuk motor disesuaikan dengan level kelas standard IEC. Gambar 7 adalah konsep pelabelan motor standard IEC:



Gambar 7
Pelabelan Motor Induksi Standard IEC

Skema prosedur penerapan standar kinerja energi minimum untuk motor induksi standard IEC yang digunakan, hampir sama seperti prosedur penerapan lampu CFL yang sudah diterapkan, hanya saja pebedaannya pada fungsi evaluasi dari kementerian ESDM. Seperti ditunjukkan pada gambar 8 berikut ini :



Gambar 8
Strategi Pelabelan, Pengawasan dan Evaluasi Penerapan Motor Induksi Standard IEC 1 Fasa di Sektor Perumahan

Motor yang dibuat atau di impor harus terlebih dahulu melalui tahap pengujian yang disesuaikan dengan standar uji relevan secara internasional yaitu dengan standar IEC 60034-2-1 melalui instansi yang telah ditunjuk oleh pemerintah, kecuali pabrikan dan importir yang memang sudah memiliki akreditasi standar IEC. Setelah melalui serangkaian pengujian dan dinyatakan lolos, hasil dilaporkan ke kementerian ESDM dan mendapatkan nomor registrasi produk, pelabelan dan izin penjualan. Kemudian didistribusikan kepada pengecer dan kembali dijual ke konsumen. Dalam pelaksanaannya kementerian ESDM mengawasi pasar dari berbagai macam penyelewengan dan penyelundupan dan juga mengevaluasi hasil dari proyek transformasi kepada penggunaan motor induksi standard IEC dari segi konsumsi energi disektor perumahan.

- Kampanye Untuk Meningkatkan Kesadaran Penggunaan Peralatan Berefisiensi Tinggi.

Informasi yang kurang menjadi salah satu alasan mengapa pengguna peralatan listrik sektor rumah tangga enggan terhadap efisiensi energi. Tujuan dari kebijakan penyediaan informasi adalah untuk mengatasi hambatan ini. Salah satu cara untuk memberikan informasi lebih lanjut selain dari pelabelan adalah melalui katalog yang disediakan pabrikan yang berisikan data motor secara lengkap. Cara lain untuk meningkatkan kesadaran akan efisiensi energi dikalangan masyarakat adalah dengan mengadakan kampanye efisiensi energi yang diinisiasi oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Kampanye ini mempromosikan peningkatan kesadaran konservasi energi melalui seminar dan lokakarya, talk show, iklan publik, brosur dan leaflet; itu ditujukan untuk rumah tangga. Lembaga lain juga mendorong kesadaran, termasuk PLN dan Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (Sipma, Cameron, & Ambarita, 2015).

- Insentif Fiskal Pada Sektor Hulu / Produsen

Analisis Teknis dan Ekonomi Penggunaan Motor Induksi Kelas IE₁, IE₂, IE₃ dan IE₄ Pada Aplikasi Pompa Air di Masyarakat Untuk Mendukung Efisiensi Energi dan Penurunan CO₂

Insentif dalam hal penerapan penggunaan motor induksi standard IEC adalah suatu hal yang dapat mendorong rencana program. Adapun insentif yang diberikan kepada produsen atau sektor hulu adalah sebagai berikut :

- Memberikan fasilitas perpajakan untuk komponen/suku cadang dan bahan baku yang digunakan untuk memproduksi peralatan hemat energi.
- Memberikan pengurangan, keringanan, dan pembebasan pajak daerah untuk komponen/suku cadang dan bahan baku yang digunakan untuk memproduksi peralatan hemat energi.
- Memberikan fasilitas pembebasan bea masuk untuk komponen/suku cadang dan bahan baku yang akan digunakan untuk memproduksi peralatan hemat energi.
- Memberikan suku bunga rendah untuk investasi dalam rangka memproduksi.
- Memberikan subsidi harga motor standard IEC agar harganya terjangkau bagi masyarakat.

Kesimpulan

Secara teknis dengan skenario perbandingan yang dilakukan, bahwa penggunaan motor induksi penggerak pompa air standard IEC disemua kelasnya, lebih minim dalam pemakaian konsumsi energi serta memiliki efisiensi lebih tinggi dibandingkan motor induksi Non IEC. Semakin meningkat kelas semakin naik efisiensinya.

Ditinjau dari nilai *life cycle cost*, penggunaan motor standard IEC akan semakin meningkat dengan pertambahan kelas dan rating daya. Sedangkan ditinjau dari *cost of efficiency*, dinilai menguntungkan karena rata - rata semakin meningkat kelasnya akan semakin rendah nilai biaya efisiensinya.

Perhitungan analisis investasi dengan parameter *NPV*, *PI* dan *IRR* serta ditinjau dari pengeluaran tahunannya menyatakan bahwa investasi yang dilakukan untuk menggunakan motor induksi standard IEC tidak menghasilkan *payback periode*, karena nilai penghematan yang didapat lebih kecil dari pengeluaran biaya konsumsi energi listriknya. Sedangkan dari tinjauan perbandingan harga dan selisih antara Non IEC dan Standard IEC investasi yang dilakukan adalah layak pada beberapa rating daya, pembebanan dan efisiensi motor induksi standar IEC.

Alat kebijakan yang direkomendasikan untuk penerapan motor dengan efisiensi kelas IE₃ dan IE₄ dilakukan melalui penerapan standard kinerja energi minimum (SKEM) dan pelabelan, program kampanye efisiensi energi, insentif pada sektor produsen, dan kebijakan subsidi untuk menggairahkan pasar pada penjualan motor induksi kelas IE₃ dan IE₄ penggerak pompa air.

BIBLIOGRAFI

- Ahadi, Khalif, Anggono, Tri, & Suntoro, Dedi. (n.d.). *Studi Mengenai Efisiensi Energi Pompa Air Sumur Yang Digunakan Pada Sektor Rumah Tangga Study On Energy Efficiency Of Well Pump For Household Sectors*. [Google Scholar](#)
- Apriliana, Frisheila Sely, & Sutopo, Wahyudi. (2017). Analisa Studi Kelayakan Penambahan Mesin CNC dengan Metode Profitability Index (PI) di PT. USA Seroja Jaya Shipyard Batam. *Profisiensi: Jurnal Program Studi Teknik Industri*, 5(1). [Google Scholar](#)
- Bucci, Giovanni, Ciancetta, Fabrizio, Fiorucci, Edoardo, & Ometto, Antonio. (2016). Uncertainty issues in direct and indirect efficiency determination for three-phase induction motors: remarks about the IEC 60034-2-1 standard. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 65(12), 2701–2716. [Google Scholar](#)
- Goman, Victor, Oshurbekov, Safarbek, Kazakbaev, Vadim, Prakht, Vladimir, & Dmitrievskii, Vladimir. (2019). Energy efficiency analysis of fixed-speed pump drives with various types of motors. *Applied Sciences*, 9(24), 5295. [Google Scholar](#)
- Gómez, Julio R., Quispe, Enrique C., Castrillón, Rosaura del Pilar, & Viego, Percy R. (2020). Identification of technoeconomic opportunities with the use of premium efficiency motors as alternative for developing countries. *Energies*, 13(20), 5411. [Google Scholar](#)
- Indonesia, Republik. (2021). *Peraturan Menteri ESDM. Penerapan Standar Kinerja Energi Minimum Untuk Peralatan Pemanfaat Energi*. Jakarta: Sekretariat Negara.
- Nurdiana, Eka, Syafei, Suhraeni, & Prawoto, Heru Eka. (2021). EBT-40 Analisis Efisiensi Mesin Pompa Air Untuk Pemanfaatan Rumah Tangga. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Energi Dan Mineral*, 1(2), 819–827. [Google Scholar](#)
- Santos, Vladimir Sousa, Felipe, Percy R. Viego, Sarduy, Julio R. Gómez, Lemozy, Norberto A., Jurado, Alejandro, & Quispe, Enrique C. (2014). Procedure for determining induction motor efficiency working under distorted grid voltages. *IEEE Transactions on Energy Conversion*, 30(1), 331–339. [Google Scholar](#)
- Van Werkhoven, M. and Advani, A. (2017). *Accelerating the Global Adoption of Energy-Efficient Electric Motors And Motor Systems*. Paris: UN Environment, U4E Economy Division Energy & Climate Branch.
- Yonata, Kiki. (2017). *Analisis Tekno-Ekonomi Terhadap Desain Sistem PLTS Pada Bangunan Komersial Di Surabaya, Indonesia*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. [Google Scholar](#)

Copyright holder:

Fikri Adzikri, Iwa Garniwa (2022)

First publication right:
Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia

This article is licensed under:

