





BADAN KERJASAMA PENYELENGGARA PENDIDIKAN
TINGGI TEKNIK INDUSTRI INDONESIA (BKSTI)

Sertifikat

diberikan kepada

Dr. Eng. Lusi Susanti

sebagai

PENYAJI

pada acara

KONGRES VIII BADAN KERJASAMA PENYELENGGARA PENDIDIKAN TINGGI
TEKNIK INDUSTRI INDONESIA - SEMINAR NASIONAL TEKNIK INDUSTRI &
SEMINAR NASIONAL TERPADU KEILMUAN TEKNIK INDUSTRI 2017

“PERAN SERTA TEKNIK INDUSTRI DALAM KOLABORASI INDUSTRI
MENGHADAPI ERA INDUSTRY 4.0

BATU & MALANG, 4-6 OKTOBER 2017



Nasir Widha Setyanto ST., MT.
Ketua Pelaksana

2. Potensi Pengembangan Rumah Berkonsep Ergo-Ekologi untuk Daerah Beriklim Tropis

by Prima Fithri

FILE	AN_RUMAH_BERKONSEP_ERGO-EKOLOGI_UNTUK_DAERAH_BERIKLIM_TROPIS.PDF (195.17K)		
TIME SUBMITTED	16-JAN-2020 11:06AM (UTC+0700)	WORD COUNT	2624
SUBMISSION ID	1242496236	CHARACTER COUNT	16749

Potensi Pengembangan Rumah Berkonsep Ergo-Ekologi untuk Daerah Beriklim Tropis

Lusi Susanti⁽¹⁾, Hilma Raimona Zadry⁽¹⁾, Prima Fithri⁽¹⁾

⁽¹⁾Jurusan Teknik Industri – Universitas Andalas

Limau Manis Padang, 25163

⁽¹⁾susantilusi@gmail.com

ABSTRAK

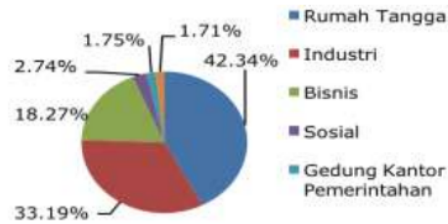
Tingginya pertumbuhan penduduk yang disertai dengan tingginya kebutuhan akan rumah telah mendorong pengembang untuk membangun rumah-rumah modern dan praktis namun seringkali abai dalam memenuhi kebutuhan penghuni akan kenyamanan termal. Tanpa penggunaan ventilasi mekanis seperti AC, seringkali rumah tinggal di Indonesia saat ini, dengan kondisi iklim tropis yang panas dan lembab justru menjadi salah satu tempat yang sangat tidak nyaman secara termal. Namun disisi lain penggunaan ventilasi mekanis justru membutuhkan konsumsi energi yang tinggi sehingga menyebabkan tagihan listrik yang tinggi pula dan tidak ramah lingkungan. Pada penelitian ini dilakukan survey terhadap kondisi karakteristik rumah tinggal yang ada saat ini untuk melihat potensi perbaikan yang diperlukan dalam mengusung desain rumah tinggal berkonsep. Penelitian dilakukan pada 1988 sampel rumah tinggal di wilayah-wilayah dengan populasi penduduk terbesar, yaitu DKI Jakarta dan Tangerang, wilayah Jawa Barat dan Banten, wilayah Jawa Tengah dan Yogyakarta, wilayah Jawa Timur, dan wilayah Sumatera Selatan, Jambi, Bengkulu. Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuesioner yang disebar melalui metode door-to-door survey. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan analisis cross tabulation, analisis diskriminan dan MANOVA menggunakan software SPSS 20. Hasil yang diperoleh adalah terdapat pengaruh tipe rumah, tahun pembangunan rumah, luas lantai bangunan rumah, tinggi plafon, bahan dinding rumah, posisi jendela terhadap area terbuka dan jumlah jendela terhadap rata-rata biaya tagihan listrik per bulan. Terdapat pengaruh pemakaian peralatan listrik rumah tangga terhadap rata-rata biaya tagihan listrik per bulan dengan pengaruh paling signifikan adalah pemakaian peralatan listrik pendingin. Rekomendasi untuk mengembangkan rumah berkonsep Ergo-ekologi adalah agar ke depannya pemangku kepentingan dalam pembangunan perumahan di Indonesia memasukkan standar kenyamanan termal sebagai salah satu kriteria dalam pemberian ijin pendirian rumah tinggal. Informasi dan edukasi masyarakat yang efektif juga harus diberikan agar masyarakat semakin sadar akan perlunya membangun rumah tinggal yang ramah energi tapi tidak mengorbankan kenyamanan termal penghuni.

Kata kunci— Rumah tinggal, Ergo-ekologi, kenyamanan termal, ramah energi

I. PENDAHULUAN

Indonesia mengalami pertumbuhan ekonomi dengan rata-rata hampir 6% per tahun dalam lima tahun terakhir (2010-2014) dan diperkirakan meningkat hingga tahun 2019 dengan rata-rata peningkatan sebesar 7% per tahun [1]. Seiring dengan pertumbuhan ekonomi ini, Indonesia sebagai salah satu negara berkembang dengan jumlah penduduk yang besar dapat berpotensi meningkatkan konsumsi energi [2]. Konsumsi energi listrik di Indonesia mengalami peningkatan dengan rata-rata 7,94% per tahun dari tahun 2011-2014 [4][5]. Kebutuhan energi listrik yang terus meningkat mengakibatkan keadaan yang tidak seimbang antara ketersediaan energi listrik dan konsumsi energi listrik itu sendiri dan menimbulkan pemborosan sehingga harus dilakukan konservasi energi listrik [6].

Persentase konsumen energi listrik di Indonesia ditampilkan pada Gambar 1. Pelanggan yang mengkonsumsi energi listrik paling banyak adalah sektor rumah tangga [5]. Rumah tangga sebagai konsumen energi listrik terbanyak di Indonesia sangat tepat untuk dijadikan target pelaksanaan konservasi energi.



Gambar 1 Jumlah Listrik Terjual Tahun 2014 Berdasarkan Sektor Pelanggan

Besar konsumsi energi listrik rumah tangga bukan hanya dipengaruhi oleh pendapatan dan peralatan rumah tangga saja, tapi juga dipengaruhi oleh tipe bangunan rumah tinggal [7]. Tingginya angka pertumbuhan penduduk dan terbatasnya lahan dan material alami yang dibutuhkan untuk membangun rumah, menyebabkan rumah-rumah modern saat ini banyak dibangun di lahan terbatas, dengan material mudah dan lebih murah di dapat, namun seringkali abai dalam memberikan kenyamanan termal bagi penghuninya. Akibatnya penggunaan air-conditioner (AC) menjadi salah satu solusi paling cepat saat ini untuk mengatasi permasalahan tersebut. Namun disisi lain, penggunaan AC yang sangat massif dewasa ini membutuhkan biaya yang tinggi karena konsumsi energi AC yang sangat besar, disamping dampaknya terhadap lingkungan juga tidak baik.

Oleh karena itu perlu adanya suatu upaya untuk menyusun desain rumah berkonsep Ergo-ekologi, yaitu sebuah konsep yang diusung untuk mengembangkan struktur fisik rumah tinggal yang ramah energi, namun tetap mampu memberikan kenyamanan termal bagi penghuninya [8]. Dalam penelitian ini, langkah awal yang harus dilakukan adalah mengevaluasi karakteristik rumah tinggal yang ada saat ini di Indonesia, kemudian melihat karakteristik rumah tersebut terhadap konsumsi energi yang dilihat dari tagihan rata-rata listrik rumah tangga. Hasil akhir adalah memberikan rekomendasi terkait temuan dari penelitian ini dan potensi pengembangan rumah tinggal berkonsep Ergo-ekologi kepada pemangku kepentingan terkait. Dengan latar belakang di atas maka yang menjadi tujuan dari penelitian ini adalah: 1) Menganalisis hubungan struktur fisik rumah tinggal dengan konsumsi energi listrik rumah tangga; 2) Menganalisis hubungan pemakaian peralatan listrik dengan konsumsi energi listrik rumah tangga; 3) Menyusun rekomendasi potensi konservasi energi listrik rumah tangga di Indonesia berdasarkan hubungan konsumsi energi tersebut dengan karakteristik rumah tinggal.

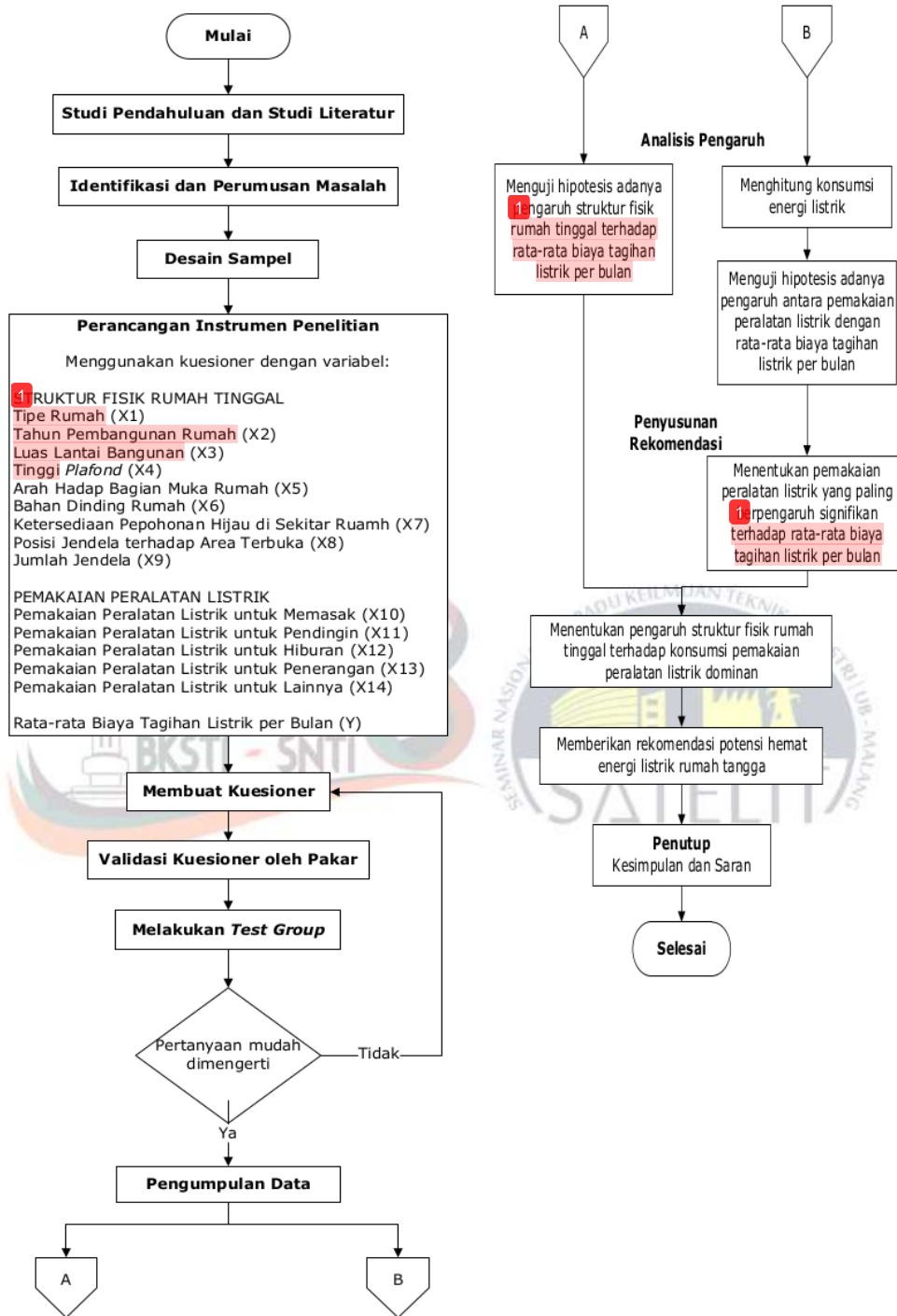
II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Responden survey

Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuesioner yang disebar melalui metode door-to-door survey. Pengumpulan data dilakukan dengan menyebarkan kuesioner kepada 2045 rumah tangga di lima wilayah distribusi listrik yang mengkonsumsi energi listrik terbesar di Indonesia, diantaranya DKI Jakarta dan Tangerang, Jawa Barat dan Banten, Jawa Timur, Jawa Tengah dan Yogyakarta, serta Sumatera Selatan, Jambi dan Bengkulu. Namun hanya 1988 responden yang memberikan umpan balik sehingga angka terakhir yang valid digunakan untuk pengolahan data lebih lanjut. Distribusi penyebaran kuesioner dapat dilihat pada Tabel 1.

B. Tahapan penelitian

Secara umum metodologi penelitian dalam naskah ini dapat diilustrasikan sebagaimana pada Gambar 2.



Gambar 2 Metodologi Penelitian

Tabel 1. Distribusi sampel penyebaran kuesioner

No	Nama Wilayah	Jumlah Sampel (Orang)			Jumlah
		1300 VA	2200 VA	3500-5500 VA	
1	DKI Jakarta dan Tangerang	255	88	48	391
2	Jawa Barat dan Banten	281	101	27	409
3	Jawa Timur	260	106	35	401
4	Jawa Tengah Dan Jogjakarta	254	108	32	394
5	Sumatera Selatan, Jambi, dan Bengkulu	346	37	10	393
Total Sampel					1988

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengaruh Struktur Fisik Rumah Tinggal terhadap Rata-rata Biaya Tagihan Listrik per Bulan

Tabel 2 menunjukkan hubungan antara karakteristik rumah tinggal terhadap konsumsi energi di rumah tangga yang diwakili oleh tagihan rata-rata listrik bulanan setiap rumah tangga. Penentuan pengaruh ini dilakukan menggunakan analisis cross tabulation dengan uji statistik chi square. Perbedaan tipe rumah mempengaruhi rata-rata biaya tagihan listrik per bulan karena tipe rumah tunggal cenderung lebih luas daripada rumah deret dan rumah susun yang dibangun menjadi kapling-kapling kecil. Masing-masing antar rumah deret dan antar rumah susun atau apartemen memiliki bentuk dan luas yang relatif sama maka kebutuhan penghuninya terhadap peralatan listrik bisa cenderung sama. Beda halnya dengan rumah tunggal yang model rumah dan luas rumah yang berbeda-beda antara satu rumah dengan rumah lainnya yang menyebabkan kebutuhan penghuninya terhadap peralatan listrik berbeda-beda dan akan lebih banyak dibandingkan penghuni rumah deret dan rumah susun.

Sebelum tahun 1960, masyarakat Indonesia masih mendirikan rumah tradisional dengan desain sederhana menggunakan bahan-bahan alami seperti kayu dan memiliki halaman rumah yang luas sehingga menciptakan sirkulasi udara yang bagus untuk penghuninya dan menyebabkan sedikit penggunaan peralatan listrik. Menjelang tahun 1980, pemerintah Indonesia mulai menggalakkan pembangunan rumah deret besar-besaran yang menyebabkan perubahan desain rumah masyarakat Indonesia. Bila sebelumnya dengan rumah tradisional tidak membutuhkan peralatan listrik pendingin, pada rumah deret yang berdempetan antara satu rumah dengan rumah lainnya menyebabkan masyarakat menggunakan tambahan peralatan listrik.

Luas bangunan rumah mempengaruhi konsumsi energi listrik maupun penggunaan peralatan elektronik di dalam rumah. Luas lantai bangunan menandakan banyak ruangan di dalam rumah, banyak anggota keluarga, banyak pemakaian peralatan listrik di rumah tangga.

Tinggi plafon berpengaruh terhadap rata-rata biaya tagihan listrik per bulan. Pada data responden diperoleh bahwa semakin tinggi plafon maka semakin besar pula biaya tagihan listrik. Hal ini dikarenakan tinggi plafon mencerminkan volume ruangan sedangkan bila berbicara mengenai volume ruangan, tidak cukup dilihat dari tinggi plafon saja, tapi juga dari luas bangunan rumah dan banyak sekat antar ruangan dan luas lantai bangunan yang bisa ditempati oleh masing-masing anggota keluarga.

Arah hadapan bagian muka rumah tidak terlihat berpengaruh dalam penelitian ini. Indonesia yang berada di daerah tropis, kemiringan posisi letak matahari terhadap bumi tidak terlalu besar, justru area pada bagian atap rumah yang menerima panas paling besar, yang nanti diteruskan ke bagian dalam rumah.

Bahan kayu memiliki nilai absorbtansi radiasi matahari yang paling rendah, kemudian bahan beton ringan dan yang paling besar nilainya adalah bata merah. Sesuai dengan hasil penelitian yang menunjukkan adanya hubungan antara bahan dinding bangunan rumah sebagai selubung

Tabel 2. Karakteristik rumah dan pengaruhnya terhadap konsumsi listrik di rumah tangga

No	Struktur Fisik	Uji Hipotesis					
		df	Nilai	Chi	Nilai	Chi	Keterangan
1	Tipe Rumah	10		18.809		18.307	Berpengaruh
2	Tahun Pembangunan Rumah	15		27.900		24.996	Berpengaruh
3	Luas Lantai Bangunan	20		94.009		31.41	Berpengaruh
4	Tinggi Plafon	5		20.070		11.07	Berpengaruh
5	Arah Hadap Bagian Muka	15		23.878		24.996	Tidak
6	Bahan Dinding Rumah	10		21.844		18.307	Berpengaruh
7	Ketersediaan Pepohonan Hijau di Sekitar Rumah	5		7.813		11.07	Tidak Berpengaruh
8	Posisi Jendela Rumah terhadap	15		30.949		24.996	Berpengaruh
9	Jumlah Jendela	30		171.829		43.773	Berpengaruh

Bangunan penghantar panas dengan rata-rata biaya tagihan listrik per bulan bahwa rumah dengan bahan dinding kayu atau bambu adalah yang paling sedikit rata-rata biaya tagihan listrik per bulannya, kemudian selanjutnya bahan dinding yang berasal dari bata/beton pada umumnya memiliki tagihan listrik yang besar.

Tidak terdapat pengaruh ketersediaan pepohonan hijau di sekitar rumah terhadap rata-rata biaya tagihan listrik per bulan karena pepohonan hijau di sekitar rumah tidak selalu difungsikan untuk sebagai penghalang masuknya sinar radiasi langsung dari matahari. Masyarakat cenderung menanam pepohonan di sekitar rumah untuk penghijauan ataupun untuk keindahan halaman rumah sehingga fungsi pepohonan sebagai penghalang sinar matahari tidak dioptimalkan dan tidak dapat dilihat hubungannya dengan konsumsi listrik di rumah tangga melalui rata-rata biaya tagihan listrik per bulan.

Posisi jendela terhadap area terbuka menunjukkan posisi antar jendela rumah, terutama posisi silang, yaitu posisi jendela yang saling berhadapan atau berseberangan sehingga sirkulasi udara di rumah lancar mengalir di antara kedua jendela. Selanjutnya, posisi jendela yang dibagi berdasarkan empat sisi rumah terhadap halaman rumah juga mewakili konfigurasi massa bangunan bahwa pada suatu rumah harus memiliki halaman sebesar 30-40% dilihat dari berbagai sisi rumah tersebut.

Pada penelitian ini ditemukan bahwa jumlah jendela berpengaruh terhadap rata-rata biaya tagihan listrik per bulan, namun diperoleh pula bahwa semakin banyak jumlah jendela maka akan semakin besar juga rata-rata biaya tagihan listrik per bulannya. Tampak bahwa jumlah jendela bukan variabel dominan yang berhubungan dengan rata-rata tarif pembayaran listrik per bulan. Kalau berbicara tentang bukaan agar memudahkan udara masuk dan melancarkan sirkulasi udara, variabel yang lebih dominan untuk dibahas adalah banyak seluruh bukaan yang ada di rumah, yaitu pintu, jendela dan ventilasi. Banyak bukaan ini bukan berarti jumlah bukaannya saja, tapi mengenai luas bukaan itu sendiri. Penyebab lainnya yaitu bisa terjadi kemungkinan bahwa responden mengisikikan jumlah jendela yang ada di rumahnya tapi juga memasukkan jendela yang tidak dibuka sehari-hari ke dalam kuesioner.

B. Rekomendasi Potensi Konservasi Energi Listrik Sektor Rumah Tangga

Dengan melihat pengaruh yang disebabkan oleh karakteristik rumah tinggal terhadap konsumsi energi, maka diharapkan kepada pemangku kebijakan dapat mempertimbangkan untuk memasukan kriteria kenyamanan termal rumah tinggal sebagai persyaratan dalam pemberian ijin pembangunan rumah. Pertimbangan yang harus diperhatikan bagi yang akan membangun rumah dengan konsep Ergo-ekologi adalah:

- Tipe Rumah; pembangunan rumah dengan tipe rumah tunggal, rumah deret dan rumah susun agar lebih ditata pemanfaatan lahannya yang bisa memberikan penghawaan dan sirkulasi udara yang baik.
- Tahun Pembangunan Rumah; pembangunan rumah tinggal untuk tahun-tahun ke depannya sebaiknya lebih memperhatikan efisiensi konsumsi energi listrik dalam perancangannya, bukan

- hanya mendesain bangunan yang indah secara visual tapi juga rumah yang ramah lingkungan dengan desain memanfaatkan pencahayaan dan penghawaan alami.
- c. Luas Lantai Bangunan; penetapan golongan tarif daya listrik sebaiknya mempertimbangkan luas lantai bangunan dan besar pendapatan rumah tangga.
 - d. Tinggi Plafon; tinggi plafon dirancang dengan menyesuaikan terhadap luas lantai ruangan dan banyaknya sekat antar ruangan di dalam rumah dengan tinggi plafon minimum 3 meter.
 - e. Bahan Dinding Bangunan; bahan dinding bangunan yang digunakan sebaiknya adalah bahan kayu. Namun dengan kebutuhan masyarakat saat ini yang lebih membutuhkan rumah permanen yang terbuat dari beton disarankan agar lebih baik menggunakan material dinding yang memiliki konduktivitas termal yang rendah dan memiliki pori-pori atau area bukaan.
 - f. Posisi Jendela terhadap Area Terbuka; pembangunan rumah diharapkan dapat memanfaatkan pengguna lahan dengan mengosongkan sisi-sisi bangunan untuk dijadikan halaman rumah yang pada semua sisi dinding dibuatkan jendela atau ventilasi.
 - g. Jumlah Jendela; jumlah jendela kurang berpengaruh terhadap penghawaan alami di dalam rumah karena rumah tangga pada umumnya tidak membukakan semua jendela rumahnya pada siang hari. Hal ini dapat diantisipasi dengan membuatkan ventilasi pada setiap sisi bangunan rumah.

IV. PENUTUP

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Ditemukan bahwa karakteristik rumah yang berhubungan dengan faktor pencahayaan dan penghawaan memiliki pengaruh terhadap konsumsi energi secara umum yang ditandai oleh rata-rata biaya tagihan listrik per bulan.
2. Adalah penting bagi pihak pemangku kepentingan di masa yang akan datang untuk mempertimbangkan kenyamanan termal dalam desain rumah agar memenuhi konsep Ergo-ekologi, yaitu rumah yang lebih hemat energi tanpa mengurangi kenyamanan termal penghuni.

UCAPAN TERIMA KASIH

Paper ini merupakan bagian dari penelitian Kerjasama Luar Negeri dan Publikasi Ilmiah yang didanai dari Hibah Kompetitif Nasional Dikti dengan No. Kontrak : 05/H.16/KLN/LPPM/2016.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Perencanaan Pembangunan Nasional. 2014. *Buku 1 Agenda Pembangunan Nasional*. Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2015 Tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2015-2019. Jakarta: Bappenas.
- So, Park Young. 2014. *Implementasi Kebijakan Konservasi Energi di Indonesia*. Vol.1, No.1 E-Journal Graduate Unpar Part E-Social Science. ISSN: 2355-4266.
- Badan Pusat Statistik. 2014. *Statistik Listrik 2011-2013*. Jakarta: BPS.
- PT. PLN (Persero). 2014. *Data Statistik PLN 2013*. Diterbitkan oleh Sekretariat Perusahaan PT PLN (Persero). ISSN: 0852-8179.
- PT PLN (Persero) Wilayah Sumatera Barat. 2015.
- Fitrianto, Kurniawan., Agung Nugroho., Bambang Winardi. 2005. *Perkiraan Kebutuhan Energi Listrik Tahun 2006-2015 Pada PT. PLN (PERSERO) Unit Pelayanan Jaringan (UPJ) di Wilayah Kota Semarang dengan Metode Gabungan*. Skripsi Universitas Diponegoro, Semarang.
- Brounen, Dirk., Nils Kok., John M. Quigley. 2011. *Residential Energy Use and Conservation: Economics and Demographics*. Netherlands.
- Susanti, Lusi dan Zetli, Sri. 2016. *Penyusunan Kriteria Rumah Tinggal Berkonsep Ergo-ekologi Dalam Upaya Peningkatan Kenyamanan Termal Penghuni*. Jurnal Optimasi Sistem Industri Vol. 15 No. 2, DOI: 10.25077/josi.v15.n2.p155-170.2016.

2. Potensi Pengembangan Rumah Berkonsep Ergo-Ekologi untuk Daerah Beriklim Tropis

ORIGINALITY REPORT

% **13**
SIMILARITY INDEX

% **13**
INTERNET SOURCES

%
PUBLICATIONS

% **0**
STUDENT PAPERS

MATCHED SOURCE

1 **docplayer.info**
Internet Source

% **7**

7%

★ **docplayer.info**
Internet Source

EXCLUDE QUOTES ON

EXCLUDE
BIBLIOGRAPHY ON

EXCLUDE MATCHES < 1%

Potensi Pengembangan Rumah Berkonsep Ergo-Ekologi untuk Daerah Beriklim Tropis

Lusi Susanti⁽¹⁾, Hilma Raimona Zadry⁽¹⁾, Prima Fithri⁽¹⁾

⁽¹⁾. Jurusan Teknik Industri – Universitas Andalas

Limau Manis Padang, 25163

⁽¹⁾susantilusi@gmail.com

ABSTRAK

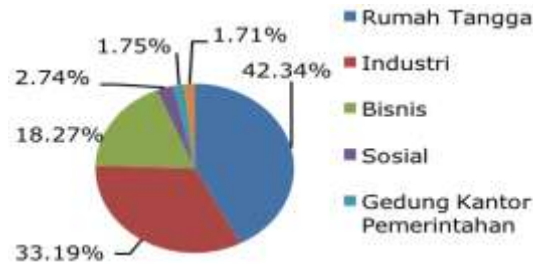
Tingginya pertumbuhan penduduk yang disertai dengan tingginya kebutuhan akan rumah telah mendorong pengembang untuk membangun rumah-rumah modern dan praktis namun seringkali abai dalam memenuhi kebutuhan penghuni akan kenyamanan termal. Tanpa penggunaan ventilasi mekanis seperti AC, seringkali rumah tinggal di Indonesia saat ini, dengan kondisi iklim tropis yang panas dan lembab justru menjadi salah satu tempat yang sangat tidak nyaman secara termal. Namun disisi lain penggunaan ventilasi mekanis justru membutuhkan konsumsi energi yang tinggi sehingga menyebabkan tagihan listrik yang tinggi pula dan tidak ramah lingkungan. Pada penelitian ini dilakukan survey terhadap kondisi karakteristik rumah tinggal yang ada saat ini untuk melihat potensi perbaikan yang diperlukan dalam mengusung desain rumah tinggal berkonsep. Penelitian dilakukan pada 1988 sampel rumah tinggal di wilayah-wilayah dengan populasi penduduk terbesar, yaitu DKI Jakarta dan Tangerang, wilayah Jawa Barat dan Banten, wilayah Jawa Tengah dan Yogyakarta, wilayah Jawa Timur, dan wilayah Sumatera Selatan, Jambi, Bengkulu. Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuesioner yang disebar melalui metode door-to-door survey. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan analisis cross tabulation, analisis diskriminan dan MANOVA menggunakan software SPSS 20. Hasil yang diperoleh adalah terdapat pengaruh tipe rumah, tahun pembangunan rumah, luas lantai bangunan rumah, tinggi plafon, bahan dinding rumah, posisi jendela terhadap area terbuka dan jumlah jendela terhadap rata-rata biaya tagihan listrik per bulan. Terdapat pengaruh pemakaian peralatan listrik rumah tangga terhadap rata-rata biaya tagihan listrik per bulan dengan pengaruh paling signifikan adalah pemakaian peralatan listrik pendingin. Rekomendasi untuk mengembangkan rumah berkonsep Ergo-ekologi adalah agar ke depannya pemangku kepentingan dalam pembangunan perumahan di Indonesia memasukan standar kenyamanan termal sebagai salah satu kriteria dalam pemberian ijin pendirian rumah tinggal. Informasi dan edukasi masyarakat yang efektif juga harus diberikan agar masyarakat semakin sadar akan perlunya membangun rumah tinggal yang ramah energi tapi tidak mengorbankan kenyamanan termal penghuni.

Kata kunci— Rumah tinggal, Ergo-ekologi, kenyamanan termal, ramah energi

I. PENDAHULUAN

Indonesia mengalami pertumbuhan ekonomi dengan rata-rata hampir 6% per tahun dalam lima tahun terakhir (2010-2014) dan diperkirakan meningkat hingga tahun 2019 dengan rata-rata peningkatan sebesar 7% per tahun [1]. Seiring dengan pertumbuhan ekonomi ini, Indonesia sebagai salah satu negara berkembang dengan jumlah penduduk yang besar dapat berpotensi meningkatkan konsumsi energi [2]. Konsumsi energi listrik di Indonesia mengalami peningkatan dengan rata-rata 7,94% per tahun dari tahun 2011-2014 [4][5]. Kebutuhan energi listrik yang terus meningkat mengakibatkan keadaan yang tidak seimbang antara ketersediaan energi listrik dan konsumsi energi listrik itu sendiri dan menimbulkan pemborosan sehingga harus dilakukan konservasi energi listrik [6].

Persentase konsumen energi listrik di Indonesia ditampilkan pada Gambar 1. Pelanggan yang mengkonsumsi energi listrik paling banyak adalah sektor rumah tangga [5]. Rumah tangga sebagai konsumen energi listrik terbanyak di Indonesia sangat tepat untuk dijadikan target pelaksanaan konservasi energi.



Gambar 1 Jumlah Listrik Terjual Tahun 2014 Berdasarkan Sektor Pelanggan

Besar konsumsi energi listrik rumah tangga bukan hanya dipengaruhi oleh pendapatan dan peralatan rumah tangga saja, tapi juga dipengaruhi oleh tipe bangunan rumah tinggal [7]. Tingginya angka pertumbuhan penduduk dan terbatasnya lahan dan material alami yang dibutuhkan untuk membangun rumah, menyebabkan rumah-rumah modern saat ini banyak dibangun di lahan terbatas, dengan material mudah dan lebih murah di dapat, namun seringkali abai dalam memberikan kenyamanan termal bagi penghuninya. Akibatnya penggunaan air-conditioner (AC) menjadi salah satu solusi paling cepat saat ini untuk mengatasi permasalahan tersebut. Namun disisi lain, penggunaan AC yang sanagt massif dewasa ini membutuhkan biaya yang tinggi karena konsumsi energy AC yang sangat besar, disamping dampaknya terhadap lingkungan juga tidak baik.

Oleh karena itu perlu adanya suatu upaya untuk menyusun desain rumah berkonsep Ergo-ekologi, yaitu sebuah konsep yang diusung untuk mengembangkan struktur fisik rumah tinggal yang ramah energi, namun tetap mampu memberikan kenyamanan termal bagi penghuninya [8]. Dalam penelitian ini, langkah awal yang harus dilakukan adalah mengevaluasi karakteristik rumah tinggal yang ada saat ini di Indonesia, kemudian melihat karakteritik rumah tersebut terhadap konsumsi energi yang dilihat dari tagihan rata-rata listrik rumah tangga. Hasil akhir adalah memberikan rekomendasi terkait temuan dari penelitian ini dan potensi pengembangan rumah tinggal berkonsep Ergo-ekologi kepada pemangku kepentingan terkait. Dengan latar belakang di atas maka yang menjadi tujuan dari penelitian ini adalah: 1). Menganalisis hubungan struktur fisik rumah tinggal dengan konsumsi energi listrik rumah tangga; 2) Menganalisis hubungan pemakaian peralatan listrik dengan konsumsi energi listrik rumah tangga; 3) Menyusun rekomendasi potensi konservasi energi listrik rumah tangga di Indonesia berdasarkan hubungan konsumsi energi tersebut dengan karakteristik rumah tinggal.

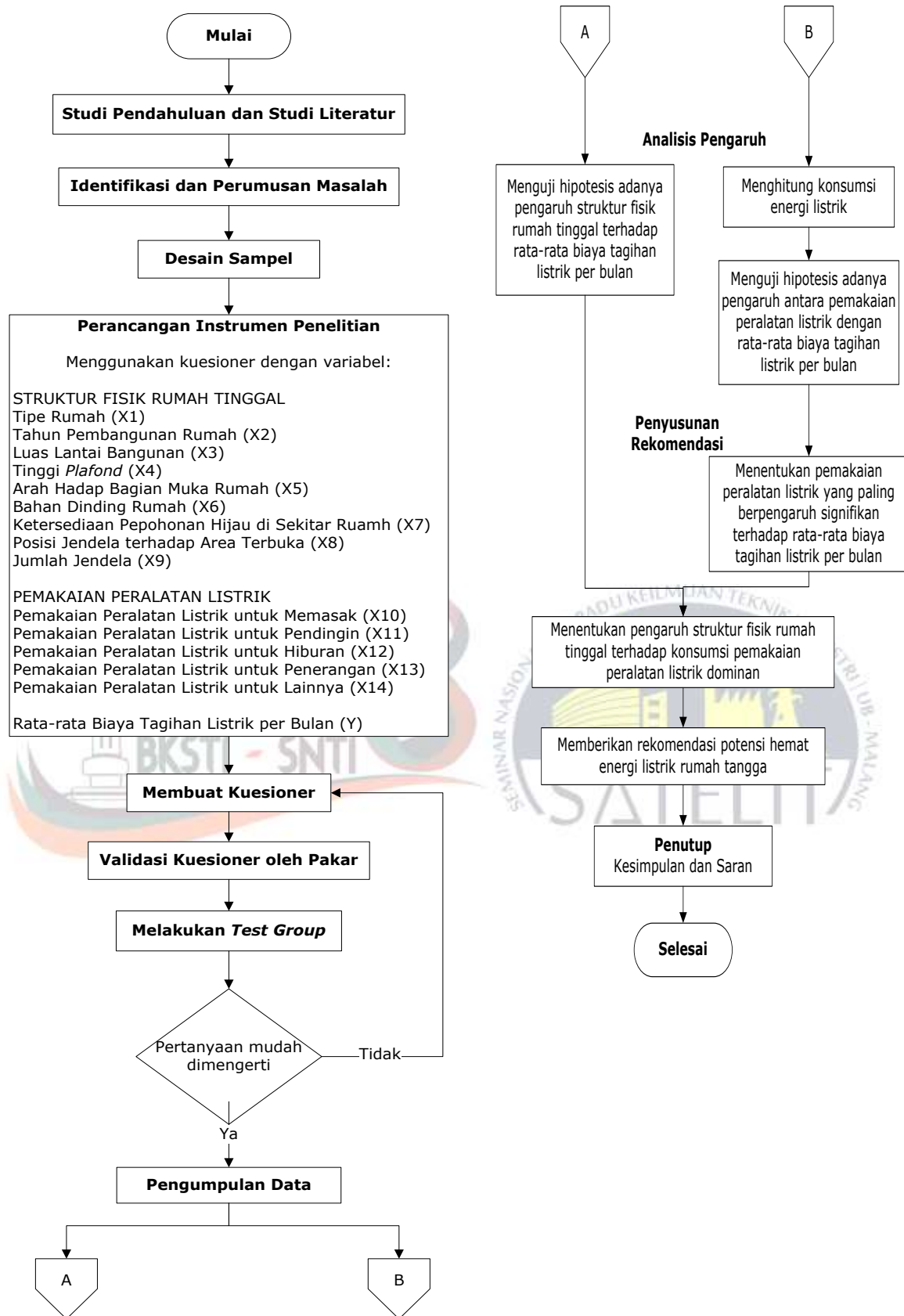
II. METODOLOGI PENELITIAN

A. *Responden survey*

Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuesioner yang disebar melalui metode door-to-door survey. Pengumpulan data dilakukan dengan menyebarkan kuesioner kepada 2045 rumah tangga di lima wilayah distribusi listrik yang mengkonsumsi energi listrik terbesar di Indonesia, diantaranya DKI Jakarta dan Tangerang, Jawa Barat dan Banten, Jawa Timur, Jawa Tengah dan Yogyakarta, serta Sumatera Selatan, Jambi dan Bengkulu. Namun hanya 1988 responden yang memberikan umpan balik sehingga angka terakhir yang valid digunakan untuk pengolahan data lebih lanjut. Distribusi penyebaran kuesioner dapat dilihat pada Tabel 1.

B. *Tahapan penelitian*

Secara umum metodologi penelitian dalam naskah ini dapat diilustrasikan sebagaimana pada Gambar 2.



Gambar 2 Metodologi Penelitian

Tabel 1. Distribusi sampel penyebaran kuesioner

No	Nama Wilayah	Jumlah Sampel (Orang)			Jumlah
		1300 VA	2200 VA	3500-5500 VA	
1	DKI Jakarta dan Tangerang	255	88	48	391
2	Jawa Barat dan Banten	281	101	27	409
3	Jawa Timur	260	106	35	401
4	Jawa Tengah Dan Jogyakarta	254	108	32	394
5	Sumatera Selatan, Jambi, dan Bengkulu	346	37	10	393
Total Sampel					1988

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengaruh Struktur Fisik Rumah Tinggal terhadap Rata-rata Biaya Tagihan Listrik per Bulan

Tabel 2 menunjukkan hubungan antara karakteristik rumah tinggal terhadap konsumsi energi di rumah tangga yang diwakili oleh tagihan rata-rata listrik bulanan setiap rumah tangga. Penentuan pengaruh ini dilakukan menggunakan analisis cross tabulation dengan uji statistik chi square. Perbedaan tipe rumah mempengaruhi rata-rata biaya tagihan listrik per bulan karena tipe rumah tunggal cenderung lebih luas daripada rumah deret dan rumah susun yang dibangun menjadi kapling-kapling kecil. Masing-masing antar rumah deret dan antar rumah susun atau apartemen memiliki bentuk dan luas yang relatif sama maka kebutuhan penghuninya terhadap peralatan listrik bisa cenderung sama. Beda halnya dengan rumah tunggal yang model rumah dan luas rumah yang berbeda-beda antara satu rumah dengan rumah lainnya yang menyebabkan kebutuhan penghuninya terhadap peralatan listrik berbeda-beda dan akan lebih banyak dibandingkan penghuni rumah deret dan rumah susun.

Sebelum tahun 1960, masyarakat Indonesia masih mendirikan rumah tradisional dengan desain sederhana menggunakan bahan-bahan alami seperti kayu dan memiliki halaman rumah yang luas sehingga menciptakan sirkulasi udara yang bagus untuk penghuninya dan menyebabkan sedikit penggunaan peralatan listrik. Menjelang tahun 1980, pemerintah Indonesia mulai menggalakkan pembangunan rumah deret besar-besaran yang menyebabkan perubahan desain rumah masyarakat Indonesia. Bila sebelumnya dengan rumah tradisional tidak membutuhkan peralatan listrik pendingin, pada rumah deret yang berdempetan antara satu rumah dengan rumah lainnya menyebabkan masyarakat menggunakan tambahan peralatan listrik.

Luas bangunan rumah mempengaruhi konsumsi energi listrik maupun penggunaan peralatan elektronik di dalam rumah. Luas lantai bangunan menandakan banyak ruangan di dalam rumah, banyak anggota keluarga, banyak pemakaian peralatan listrik di rumah tangga.

Tinggi plafon berpengaruh terhadap rata-rata biaya tagihan listrik per bulan. Pada data responden diperoleh bahwa semakin tinggi plafon maka semakin besar pula biaya tagihan listrik. Hal ini dikarenakan tinggi plafon mencerminkan volume ruangan sedangkan bila berbicara mengenai volume ruangan, tidak cukup dilihat dari tinggi plafon saja, tapi juga dari luas bangunan rumah dan banyak sekat antar ruangan dan luas lantai bangunan yang bisa ditempati oleh masing-masing anggota keluarga.

Arah hadapan bagian muka rumah tidak terlihat berpengaruh dalam penelitian ini. Indonesia yang berada di daerah tropis, kemiringan posisi letak matahari terhadap bumi tidak terlalu besar, justru area pada bagian atap rumah yang menerima panas paling besar, yang nanti diteruskan ke bagian dalam rumah.

Bahan kayu memiliki nilai absorbtansi radiasi matahari yang paling rendah, kemudian bahan beton ringan dan yang paling besar nilainya adalah bata merah. Sesuai dengan hasil penelitian yang menunjukkan adanya hubungan antara bahan dinding bangunan rumah sebagai selubung

Tabel 2. Karakteristik rumah dan pengaruhnya terhadap konsumsi listrik di rumah tangga

No	Struktur Fisik	Uji Hipotesis				Keterangan
		df	Nilai	Chi	Nilai	
1	Tipe Rumah	10		18.809	18.307	Berpengaruh
2	Tahun Pembangunan Rumah	15		27.900	24.996	Berpengaruh
3	Luas Lantai Bangunan	20		94.009	31.41	Berpengaruh
4	Tinggi Plafon	5		20.070	11.07	Berpengaruh
5	Arah Hadap Bagian Muka	15		23.878	24.996	Tidak
6	Bahan Dinding Rumah	10		21.844	18.307	Berpengaruh
7	Ketersediaan Pepohonan Hijau di Sekitar Rumah	5		7.813	11.07	Tidak Berpengaruh
8	Posisi Jendela Rumah terhadap	15		30.949	24.996	Berpengaruh
9	Jumlah Jendela	30		171.829	43.773	Berpengaruh

Bangunan penghantar panas dengan rata-rata biaya tagihan listrik per bulan bahwa rumah dengan bahan dinding kayu atau bambu adalah yang paling sedikit rata-rata biaya tagihan listrik per bulannya, kemudian selanjutnya bahan dinding yang berasal dari bata/beton pada umumnya memiliki tagihan listrik yang besar.

Tidak terdapat pengaruh ketersediaan pepohonan hijau di sekitar rumah terhadap rata-rata biaya tagihan listrik per bulan karena pepohonan hijau di sekitar rumah tidak selalu difungsikan untuk sebagai penghalang masuknya sinar radiasi langsung dari matahari. Masyarakat cenderung menanam pepohonan di sekitar rumah untuk penghijauan ataupun untuk keindahan halaman rumah sehingga fungsi pepohonan sebagai penghalang sinar matahari tidak dioptimalkan dan tidak dapat dilihat hubungannya dengan konsumsi listrik di rumah tangga melalui rata-rata biaya tagihan listrik per bulan.

Posisi jendela terhadap area terbuka menunjukkan posisi antar jendela rumah, terutama posisi silang, yaitu posisi jendela yang saling berhadapan atau berseberangan sehingga sirkulasi udara di rumah lancar mengalir di antara kedua jendela. Selanjutnya, posisi jendela yang dibagi berdasarkan empat sisi rumah terhadap halaman rumah juga mewakili konfigurasi massa bangunan bahwa pada suatu rumah harus memiliki halaman sebesar 30-40% dilihat dari berbagai sisi rumah tersebut.

Pada penelitian ini ditemukan bahwa jumlah jendela berpengaruh terhadap rata-rata biaya tagihan listrik per bulan, namun diperoleh pula bahwa semakin banyak jumlah jendela maka akan semakin besar juga rata-rata biaya tagihan listrik per bulannya. Tampak bahwa jumlah jendela bukan variabel dominan yang berhubungan dengan rata-rata tarif pembayaran listrik per bulan. Kalau berbicara tentang bukaan agar memudahkan udara masuk dan melancarkan sirkulasi udara, variabel yang lebih dominan untuk dibahas adalah banyak seluruh bukaan yang ada di rumah, yaitu pintu, jendela dan ventilasi. Banyak bukaan ini bukan berarti jumlah bukaannya saja, tapi mengenai luas bukaan itu sendiri. Penyebab lainnya yaitu bisa terjadi kemungkinan bahwa responden mengisikan jumlah jendela yang ada di rumahnya tapi juga memasukkan jendela yang tidak dibuka sehari-hari ke dalam kuesioner.

B. Rekomendasi Potensi Konservasi Energi Listrik Sektor Rumah Tangga

Dengan melihat pengaruh yang disebabkan oleh karakteristik rumah tinggal terhadap konsumsi energi, maka diharapkan kepada pemangku kebijakan dapat mempertimbangkan untuk memasukan kriteria kenyamanan termal rumah tinggal sebagai persyaratan dalam pemberian ijin pembangunan rumah. Pertimbangan yang harus diperhatikan bagi yang akan membangun rumah dengan konsep Ergo-ekologi adalah:

- Tipe Rumah; pembangunan rumah dengan tipe rumah tunggal, rumah deret dan rumah susun agar lebih ditata pemanfaatan lahannya yang bisa memberikan penghawaan dan sirkulasi udara yang baik.
- Tahun Pembangunan Rumah; pembangunan rumah tinggal untuk tahun-tahun ke depannya sebaiknya lebih memperhatikan efisiensi konsumsi energi listrik dalam perancangannya, bukan

- hanya mendesain bangunan yang indah secara visual tapi juga rumah yang ramah lingkungan dengan desain memanfaatkan pencahayaan dan penghawaan alami.
- c. Luas Lantai Bangunan; penetapan golongan tarif daya listrik sebaiknya mempertimbangkan luas lantai bangunan dan besar pendapatan rumah tangga.
 - d. Tinggi Plafon; tinggi plafon dirancang dengan menyesuaikan terhadap luas lantai ruangan dan banyaknya sekat antar ruangan di dalam rumah dengan tinggi plafon minimum 3 meter.
 - e. Bahan Dinding Bangunan; bahan dinding bangunan yang digunakan sebaiknya adalah bahan kayu. Namun dengan kebutuhan masyarakat saat ini yang lebih membutuhkan rumah permanen yang terbuat dari beton disarankan agar lebih baik menggunakan material dinding yang memiliki konduktifitas termal yang rendah dan memiliki pori-pori atau area bukaan.
 - f. Posisi Jendela terhadap Area Terbuka; pembangunan rumah diharapkan dapat memanfaatkan pengguna lahan dengan mengosongkan sisi-sisi bangunan untuk dijadikan halaman rumah yang pada semua sisi dinding dibuatkan jendela atau ventilasi.
 - g. Jumlah Jendela; jumlah jendela kurang berpengaruh terhadap penghawaan alami di dalam rumah karena rumah tangga pada umumnya tidak membukakan semua jendela rumahnya pada siang hari. Hal ini dapat diantisipasi dengan membuatkan ventilasi pada setiap sisi bangunan rumah.

IV. PENUTUP

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Ditemukan bahwa karakteristik rumah yang berhubungan dengan faktor pencahayaan dan penghawaan memiliki pengaruh terhadap konsumsi energi secara umum yang ditandai oleh rata-rata biaya tagihan listrik per bulan.
2. Adalah penting bagi pihak pemangku kepentingan di masa yang akan datang untuk mempertimbangkan kenyamanan termal dalam desain rumah agar memenuhi konsep Ergo-ekologi, yaitu rumah yang lebih hemat energi tanpa mengurangi kenyamanan termal penghuni.

UCAPAN TERIMA KASIH

Paper ini merupakan bagian dari penelitian Kerjasama Luar Negeri dan Publikasi Ilmiah yang didanai dari Hibah Kompetitif Nasional Dikti dengan No. Kontrak : 05/H.16/KLN/LPPM/2016.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Perencanaan Pembangunan Nasional. 2014. *Buku 1 Agenda Pembangunan Nasional*. Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2015 Tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2015-2019. Jakarta: Bappenas.
- So, Park Young. 2014. *Implementasi Kebijakan Konservasi Energi di Indonesia*. Vol.1, No.1 E-Journal Graduate Unpar Part E-Social Science. ISSN: 2355-4266.
- Badan Pusat Statistik. 2014. *Statistik Listrik 2011-2013*. Jakarta: BPS.
- PT. PLN (Persero). 2014. *Data Statistik PLN 2013*. Diterbitkan oleh Sekretariat Perusahaan PT PLN (Persero). ISSN: 0852-8179.
- PT PLN (Persero) Wilayah Sumatera Barat. 2015.
- Fitrianto, Kurniawan., Agung Nugroho., Bambang Winardi. 2005. *Perkiraan Kebutuhan Energi Listrik Tahun 2006-2015 Pada PT. PLN (PERSERO) Unit Pelayanan Jaringan (UPJ) di Wilayah Kota Semarang dengan Metode Gabungan*. Skripsi Universitas Diponegoro, Semarang.
- Brounen, Dirk., Nils Kok., John M. Quigley. 2011. *Residential Energy Use and Conservation: Economics and Demographics*. Netherlands.
- Susanti, Lusi dan Zetli, Sri. 2016. *Penyusunan Kriteria Rumah Tinggal Berkonsep Ergo-ekologi Dalam Upaya Peningkatan Kenyamanan Termal Penghuni*. Jurnal Optimasi Sistem Industri Vol. 15 No. 2, DOI: 10.25077/josi.v15.n2.p155-170.2016.

**LEMBAR
HASIL PENILAIAN SEJAWAT SEBIDANG ATAU PEER REVIEW
KARYA ILMIAH : PROSIDING ***

Judul Karya Ilmiah (paper) : **Potensi Pengembangan Rumah Berkonsep Ergo-Ekologi untuk Daerah Beriklim Tropis**
 Jumlah Penulis : 3 Orang
 Status Pengusul : Penulis ke-3

Identitas Prosiding : a. Judul *Prosiding* : Seminar Nasional Teknik Industri 2014
 b. ISBN/ISSN : 978-602-9081-11-4
 c. Tahun Terbit, Tempat Pelaksanaan : 2017, Malang
 d. Penerbit/organiser : Badan Kerjasama Penyelenggara Pendidikan Tinggi Teknik Industri (BKSTI)
 e. Alamat *repository* PT/
Web Prosiding : http://k8bksti.ub.ac.id/wp-content/uploads/2017/11/27.-KONGRES_VIII_BKSTI-SNTI_dan_SATELIT_2017_paper_105_B27.pdf
 f. Terindeks di (jika ada) :

Kategori Publikasi Makalah : *Prosiding* Forum Ilmiah Internasional
 (beri tanda pada kategori yang tepat) *Prosiding* Forum Ilmiah Nasional Seminar Nasional Teknik Industri 2014 Potensi Pengembangan Rumah Berkonsep Ergo-Ekologi untuk
 Jurnal Ilmiah Internasional (Edisi Khusus/ Suplemen)*
 Jurnal Ilmiah Nasional Terakreditasi
 Jurnal Ilmiah Nasional Tidak Akreditasi

Hasil Penilaian Peer Review :

No.	Komponen yang dinilai	Nilai Maksimum <i>Prosiding</i>		Nilai Akhir Yang
		Internasional	Nasional	
a.	Kelengkapan unsur isi paper (10%)		1	1
b.	Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan (30%)		3	2
c.	Kecukupan dan kemutakhiran data/informasi dan		3	3
d.	Kelengkapan unsur dan kualitas terbitan/buku (30%)		7	2
Total = (100%)			10	8
Nilai Pengusul (NA X BP***) = ... 8 X $\frac{0,7}{2}$ = 1,6				

Catatan Penilaian Paper oleh Reviewer (wajib ada) : *Pembahasan ergo ekologi belum memadai karena regulasi pada studi lain tak ada*

Padang, 24 Februari 2017
 Reviewer 1 / 2 **

[Signature]
 Alizar Alon

NIP : 199312181980021002
 Unit Kerja : **TEKNIK**

Bidang Ilmu : **TEKNIK INDUSTRI**
 Jabatan/Pangkat : **GB/Pembina Utama Madya**

* Dinilai oleh dua Reviewer secara terpisah
 ** Coret yang tidak perlu
 *** Bobot Peran (BP) : Sendiri = 1; Penulis Pertama = 0,6; Anggota = 0,4 dibagi jumlah anggota

**LEMBAR
HASIL PENILAIAN SEJAWAT SEBIDANG ATAU PEER REVIEW
KARYA ILMIAH : *PROSIDING* ***

Judul Karya Ilmiah (paper) : **Potensi Pengembangan Rumah Berkonsep Ergo-Ekologi untuk Daerah Beriklim Tropis**
 Jumlah Penulis : 3 Orang
 Status Pengusul : Penulis ke-3

Identitas Prosiding : a. Judul *Prosiding* : Seminar Nasional Teknik Industri 2014
 b. ISBN/ISSN : 978-602-9081-11-4
 c. Tahun Terbit, Tempat Pelaksanaan : 2017, Malang
 d. Penerbit/organiser : Badan Kerjasama Penyelenggara Pendidikan Tinggi Teknik Industri (BKSTI)
 e. Alamat repository PT/ Web *Prosiding* : http://k8bksti.ub.ac.id/wp-content/uploads/2017/11/27.-KONGRES_VIII_BKSTI-SNTI_dan_SATELIT_2017_paper_105_B27.pdf
 f. Terindeks di (jika ada) :

Kategori Publikasi Makalah : *Prosiding* Forum Ilmiah Internasional
 (beri tanda pada kategori yang tepat) *Prosiding* Forum Ilmiah Nasional Seminar Nasional Teknik Industri 2014 Potensi Pengembangan Rumah Berkonsep Ergo-Ekologi untuk
 Jurnal Ilmiah Internasional (Edisi Khusus/ Suplemen)*
 Jurnal Ilmiah Nasional Terakreditasi
 Jurnal Ilmiah Nasional Tidak Akreditasi

Hasil Penilaian Peer Review :

No.	Komponen yang dinilai	Nilai Maksimum <i>Prosiding</i>		Nilai Akhir Yang
		Internasional	Nasional	
a	Kelengkapan unsur isi paper (10%)		1	
b	Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan (30%)		3	
c	Kecukupan dan kemutakhiran data/informasi dan		3	
d	Kelengkapan unsur dan kualitas terbitan/buku (30%)		3	
Total = (100%)			10	
Nilai Pengusul (NA X BP***) = X $\frac{0,4}{2}$ =				

Catatan Penilaian Paper oleh Reviewer (wajib ada) :

Pembahasan yang mengarah pada kontribusi ergo-ekologi belum memadai karena belum dibandingkan dengan studi lain

Padang, 24 Februari 2020
 Reviewer 1 / 2 **

RILKA ANDUH UMATUBUA
 NIP : 19770723 199707 1 003
 Unit Kerja : *TEKNIK*

Bidang Ilmu : *TEKNIK INDUSTRI*
 Jabatan/Pangkat : *PROFESOR (PENGHINA TK-I)*

* Dinilai oleh dua Reviewer secara terpisah

** Coret yang tidak perlu

*** Bobot Peran (BP) : Sendiri = 1; Penulis Pertama = 0,6; Anggota = 0,4 dibagi jumlah anggota