

**LAPORAN AKHIR  
TAHUN 2017**

**PENELITIAN KERJA SAMA ANTAR PERGURUAN TINGGI  
(PEKERTI)**



**PEMILIHAN ALTERNATIF KONSERVASI ENERGI LISTRIK DI  
POLITEKNIK NEGERI PONTIANAK MENGGUNAKAN METODE  
FUZZY LOGIC**

**Tahun ke-1 dari Rencana 2 Tahun**

**TPP**

- 1. Mariana Syamsudin, ST., MT  
NIDN. 0014037507**
- 2. Wendhi Yuniarto, ST.,MT  
NIDN. 0023067403**
- 3. Yunita, ST, M.Sc  
NIDN. 0027068101**

**TPM**

- 1. Prof. Dr. Ir. Kuspriyanto  
NIDN. 0002015001**
- 2. Dr. Muchtadi Intan Detiana, S.Si.,M.Si  
NIDN. 0025117501**

**POLITEKNIK NEGERI PONTIANAK  
NOVEMBER 2017**

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Pemilihan Alternatif Konservasi Energi Listrik di Politeknik Negeri Pontianak Menggunakan Metode Fuzzy Logic

**Peneliti/Pelaksana**  
Nama Lengkap : MARIANA SYAMSUDIN, S.T., M.T  
Perguruan Tinggi : Politeknik Negeri Pontianak  
NIDN : 0014037507  
Jabatan Fungsional : Asisten Ahli  
Program Studi : Teknik Informatika  
Nomor HP : 085391978539  
Alamat surel (e-mail) : marianasyamsudin@gmail.com

**Anggota (1)**  
Nama Lengkap : WENDHI YUNIARTO S.T, M.T  
NIDN : 0023067403  
Perguruan Tinggi : Politeknik Negeri Pontianak

**Anggota (2)**  
Nama Lengkap : YUNITA M.Sc  
NIDN : 0027068101  
Perguruan Tinggi : Politeknik Negeri Pontianak

**Anggota (3)**  
Nama Lengkap : Ir KUSPRIYANTO  
NIDN : 0002015001  
Perguruan Tinggi : Institut Teknologi Bandung

**Anggota (4)**  
Nama Lengkap : Dr. MUCHTADI INTAN DETIENA S.Si, M.Si  
NIDN : 0025117501  
Perguruan Tinggi : Institut Teknologi Bandung

**Institusi Mitra (jika ada)**  
Nama Institusi Mitra : -  
Alamat : -  
Penanggung Jawab : -  
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 2 tahun  
Biaya Tahun Berjalan : Rp 93,900,000  
Biaya Keseluruhan : Rp 187,000,000



(Ir. H. Muh. Toasin Asha, M.Si)  
NIP/NIK 196112251990111001

Kota Pontianak, 12 - 11 - 2017  
Ketua,

(MARIANA SYAMSUDIN, S.T., M.T)  
NIP/NIK 197503142006042001

Menyetujui,  
Kepala UPPM  
U I (Bañlah, STP., MP)  
NIP/NIK 197301102000032001

## RINGKASAN

Politeknik merupakan lembaga pendidikan vokasi yang memiliki kekhususan dalam intensitas konsumsi energi listrik. Hal ini diantaranya disebabkan kebutuhan untuk pelaksanaan praktikum dalam bidang rekayasa tanpa mengenyampingkan kebutuhan listrik untuk kegiatan administrasi. Bangunan gedung Politeknik Negeri Pontianak (POLNEP) menggunakan sumber energi listrik yang disuplai oleh PT. PLN (Persero) sebagai suplai utama dan merupakan konsumen TM (tegangan menengah). Dilihat dari data beban kelistrikan, prosentase beban terpasang terhadap variasi beban menunjukkan bahwa sebagian besar atau 45,76% dari keseluruhan beban kelistrikan pada kompleks bangunan gedung Politeknik Negeri Pontianak adalah beban pada peralatan praktek (laboratorium dan bengkel). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui alternatif peluang konservasi energi yang optimal untuk diterapkan pada POLNEP.

Sebelumnya penelitian strategi penerapan sistem manajemen energi di POLNEP telah dilakukan menggunakan pendekatan metode Analytical Network Precess (ANP) dan PROMETHEE. Untuk mendapatkan rekomendasi pembanding alternatif konservasi energi yang akan diterapkan, dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan metode Fuzzy logic sebagai pendukung pengambil keputusan. Penelitian dilakukan secara bersama antara Tim Peneliti Pengusul (TPP) dan Tim Peneliti Mitra (TPM). Tahapan yang dilakukan di TPP meliputi audit energi awal untuk melakukan pengumpulan data energi bangunan dan menghitung intensitas konsumsi energi. Kemudian untuk validasi hasil pengumpulan data tersebut dibuatlah suatu alat untuk mengukur arus menggunakan teknologi Wireless Sensor Network (WSN) dengan menggunakan sebuah sensor arus CT SCT-013 dan modul ESPectro.

Hasil dari audit energi awal yang telah dilakukan, diperoleh data hasil perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik per satuan luas kotor (*gross*) kompleks bangunan gedung Politeknik Negeri Pontianak berdasarkan data sekunder konsumsi energi dari rekening pembayaran listrik pada tahun 2014 yaitu sebesar 63,37 kWh/m<sup>2</sup> per tahun, tahun 2015 sebesar 62,30 kWh/m<sup>2</sup> per tahun dan pada tahun 2016 sebesar 44,79 kWh/m<sup>2</sup> per tahun. Berikutnya pada tahapan terakhir yang akan dilakukan adalah menganalisa dan mengevaluasi hasil pengujian serta pemberian rekomendasi solusi konservasi energi sesuai prioritas alternatif dengan pembobotan tertinggi.

## **PRAKATA**

Puji syukur marilah kita panjatkan kehadiran Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat, hidayah dan inayahnya sehingga tim peneliti dapat menyelesaikan laporan akhir penelitian yang berjudul: “PEMILIHAN ALTERNATIF KONSERVASI ENERGI LISTRIK DI POLITEKNIK NEGERI PONTIANAK MENGGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC”.

Dalam penyelesaian laporan akhir ini tim peneliti sadar bahwa hal ini tidak dapat dilakukan tanpa bantuan dari berbagai pihak. Tim peneliti dari TPP Politeknik Negeri Pontianak memperoleh bimbingan dan masukan dari TPM Institut Teknologi Bandung dan rekan peneliti yang lain.

Laporan akhir ini ditulis berdasarkan hasil studi pustaka dan hasil pengujian mengenai *Audit Energi, Energi Alternatif, dan Teknologi Pengukuran* selama penelitian berlangsung. Laporan ini dibuat sebagai bentuk dokumentasi kegiatan penelitian yang telah dilaksanakan pada tahun pertama penelitian. Tim peneliti sangat mengharapkan masukan-masukan yang bersifat membangun yang bertujuan untuk kesempurnaan laporan dan penyelesaian penelitian ditahun ke-2 pada tahun 2018 mendatang. Harapan tim peneliti semoga laporan ini dapat bermanfaat serta menambah pengetahuan bagi pembaca.

Tim Peneliti,

## DAFTAR ISI

|  |    |
|--|----|
| HALAMAN PENGESAHAN .....   | 2  |
| PRAKATA.....   | 3  |
| DAFTAR ISI.....  | 4  |
| DAFTAR GAMBAR.....   | 5  |
| DAFTAR TABEL.....  | 6  |
| RINGKASAN .....  | 7  |
| BAB 1. PENDAHULUAN .....   | 8  |
| 1.1 Lingkup Penelitian .....   | 8  |
| 1.2 Hubungan Penelitian yang Diusulkan dengan Riset Unggulan Institusi TPP.....  | 8  |
| 1.3 Orisinalitas dan Kontribusi Terhadap Ilmu Pengetahuan .....                  | 10 |
| 1.4 Pendekatan Kritis yang Digunakan .....                                       | 11 |
| BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....  | 12 |
| 2.1 Penelitian Terkait Yang Pernah Dilakukan Sebelumnya .....                    | 12 |
| 2.2 Konservasi Energi .....  | 13 |
| 2.3 Manajemen Energi .....   | 13 |
| 1.4 Pengukuran Arus Listrik Menggunakan Teknologi WSN .....                      | 15 |
| 1.4.1 Current Transformers (CTs).....  | 16 |
| 1.4.2 ESPector .....   | 17 |
| BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN .....                                       | 19 |
| 3.1 Tujuan Penelitian.....   | 19 |
| BAB 4. METODE PENELITIAN .....   | 20 |
| BAB 5. HASIL YANG DICAPAI.....   | 24 |
| 5.1 Pola Penggunaan Energi Listrik.....  | 24 |
| 5.2 Perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Listrik .....                   | 27 |
| 5.3 Penerangan Gedung dan Bangunan Area Komplek Politeknik Negeri Pontianak..... | 32 |
| BAB 6. RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA .....  | 41 |
| BAB 7. KESIMPULAN DAN SARAN .....  | 42 |
| 7.1 Kesimpulan.....  | 42 |
| 7.2 Saran.....   | 42 |
| DAFTAR PUSTAKA .....   | 43 |
| LAMPIRAN - LAMPIRAN .....  | 45 |

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar 2.1. Arsitektur WSN .....   | 16 |
| Gambar 2.2 Sensor Arus SCT-013 .....   | 17 |
| Gambar 2.3 Pinout ESPECTRO development board .....   | 18 |
| Gambar 5.1 Diagram Penggunaan Energi Listrik Politeknik Negeri Pontianak Tahun 2014 .....          | 25 |
| Gambar 5.2 Diagram Penggunaan Energi Listrik Politeknik Negeri Pontianak Tahun 2015 .....          | 26 |
| Gambar 5.3 Diagram Penggunaan Energi Listrik Politeknik Negeri Pontianak Tahun 2016 .....          | 27 |
| Gambar 5.4 Diagram Intensitas Konsumsi Energi Listrik Politeknik Negeri Pontianak Tahun 2014 ..... | 30 |
| Gambar 5.5 Diagram Intensitas Konsumsi Energi Listrik Politeknik Negeri Pontianak Tahun 2015 ..... | 31 |
| Gambar 5.6 Diagram Intensitas Konsumsi Energi Listrik Politeknik Negeri Pontianak Tahun 2016 ..... | 32 |
| Gambar 5.7 Rancangan antarmuka arduino dan sensor SCT-013 .....                                    | 37 |
| Gambar 5.8 Rangkaian konektor sensor menggunakan jack audio .....                                  | 38 |
| Gambar 5.9 Rangkaian sensor SCT-013 berbasis WSN .....   | 38 |
| Gambar 5.10 Hasil uji alat ukur sensor berbasis WSN .....  | 39 |

## DAFTAR TABEL

|   |    |
|---|----|
| Tabel 1.1. Topik Riset Unggulan Institusi .....   | 9  |
| Tabel 5.1 Data Penggunaan Energi Listrik Politeknik Negeri Pontianak Tahun 2014 .....                     | 24 |
| Tabel 5.2 Data Penggunaan Energi Listrik Politeknik Negeri Pontianak Tahun 2015 .....                     | 25 |
| Tabel 5.3 Data Penggunaan Energi Listrik Politeknik Negeri Pontianak Tahun 2016 .....                     | 26 |
| Tabel 5.4 IKE Listrik Hasil Penelitian ASEAN-USAID Tahun 1992 .....                                       | 28 |
| Tabel 5.5 Standar IKE Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia .....                             | 28 |
| Tabel 5.6 Intensitas Konsumsi Energi Listrik Pada Audit Awal Politeknik Negeri Pontianak Tahun 2014 ..... | 29 |
| Tabel 5.7 Intensitas Konsumsi Energi Listrik Pada Audit Awal Politeknik Negeri Pontianak Tahun 2015 ..... | 30 |
| Tabel 5.8 Intensitas Konsumsi Energi Listrik Pada Audit Awal Politeknik Negeri Pontianak Tahun 2016 ..... | 31 |
| Tabel 5.9 Data Beban/Lampu Penerangan Pada Kompleks Gedung POLNEP .....                                   | 33 |

# **BAB 1. PENDAHULUAN**

## **1.1 Lingkup Penelitian**

Pada hakekatnya bahwa efisiensi energi merupakan bagian tak terpisahkan dari konservasi energi. Dalam kebijakan energi nasional disebutkan bahwa konservasi energi merupakan upaya yang sistematis, terencana dan terpadu guna melestarikan sumber daya energi dalam negeri serta meningkatkan efisiensi penggunaannya. Khusus di Indonesia, upaya konservasi energi ini sangatlah penting mengingat besarnya perbandingan antara sisi pengguna dan penyedia, dan perbandingan ini terus melebar sehingga pemerintah berupaya mengurangi kesenjangan tersebut dengan menerbitkan Peraturan Pemerintah No. 70 Tahun 2009 tentang Konservasi Energi yang merupakan terjemahan dari Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2007 tentang Energi. Secara umum Undang-undang tersebut telah mengatur beberapa hal pokok seperti tanggung jawab para pemangku kepentingan, pelaksanaan konservasi energi, standar dan tipe untuk peralatan hemat energi, pemberian kemudahan, insentif dan disentif di bidang konservasi energi serta pembinaan dan pengawasan terhadap pelaksanaan konservasi energi.

Dalam pelaksanaannya kegiatan konservasi energi mencakup beberapa tahapan mulai dari penyediaan, perusahaan, pemanfaatan dan juga mengenai konservasi sumberdaya energi. Penerapan manajemen energi, khusus bagi pengguna dalam jumlah besar atau minimal 6000 toe/tahun harus dilaksanakan dengan menunjuk manajer, menyusun program konservasi energi, melaksanakan audit energi berkala, melaksanakan rekomendasi hasil audit energi dan melaksanakan konservasi energi setiap tahun.

## **1.2 Hubungan Penelitian yang Diusulkan dengan Riset Unggulan Institusi TPP**

Politeknik Negeri Pontianak memiliki riset unggulan institusi yang bersifat multidisipliner yang diarahkan pada 5 (lima) fokus riset yaitu ketahanan dan keamanan pangan, energi, teknologi informasi dan komunikasi, otonomi daerah dan desentralisasi, serta pengembangan manusia dan daya saing. Pelaksanaan penelitian dalam fokus riset unggulan institusi ini didukung oleh peneliti/staf pengajar dari 7 (tujuh) jurusan yang terdapat di Politeknik Negeri Pontianak yaitu Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Teknik Mesin,

Teknik Elektro, Administrasi Bisnis, Akuntansi, Teknologi Pertanian, dan Ilmu Kelautan dan Perikanan. Adapun penjelasan detail dari fokus riset unggulan institusi tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Topik Riset Unggulan Institusi

| Kompetensi/<br>Keilmuan/<br>Keahlian  | Isu-isu Strategis   | Konsep Pemikiran  | Pemecahan Masalah  | Topik Riset yang Diperlukan   |
|---|---|---|--|---|
| <i>Fokus Riset : Ketahanan dan Keamanan Pangan</i>  |   |   |  |   |
| (Pertanian, Teknologi Pertanian, Biologi, Kimia, Fisika, Akuntansi, Manajemen, Teknik Sipil, Teknik Listrik, Teknik Elektronika, Teknik Informatika, Agama, Teknik Mesin, Kelautan dan Perikanan) | Produksi Pangan di Kalbar   | Pemenuhan kebutuhan pangan yang aman  | Identifikasi potensi sumber daya alam<br>Peningkatan kualitas produksi serta keamanan dan kehalalan pangan   | Pemetaan kemampuan daerah dalam memproduksi bahan pangan berkelanjutan dan kesesuaian komoditas tanaman pangan, hewan ternak, dan ikan<br>Kajian integrasi faktor agroekologi dan sosial ekonomi lahan pertanian dan perikanan<br>Pengembangan varietas unggul tanaman dan ikan yang toleran terhadap cekaman biotik dan abiotik<br>Pengembangan metode pengawasan dan pengendalian yang akurat terhadap bahan-bahan berbahaya dalam produk asal tanaman dan hewan/ikan<br>Pengembangan teknologi produksi pangan ramah lingkungan<br>Pengembangan bahan pangan ( <i>ingredients</i> ) dan bahan tambahan ( <i>food additives</i> ) yang aman<br>Pengembangan rancang bangun alat/mesin untuk optimalisasi budidaya tanaman/ikan dan penangkapan ikan |
|   | Kelembagaan dalam produksi, distribusi, dan pemasaran pangan  | Kebijakan dan manajemen produksi-distribusi pangan yang mendukung pertumbuhan ekonomi daerah  | Menjaga stabilitas pasokan pangan dan harga, serta peningkatan akses pangan dan pendapatan masyarakat  | Sistem informasi ketersediaan pangan<br>Kajian penguatan kelembagaan dibidang produksi, distribusi, dan pemasaran pangan<br>Kajian pengembangan kebijakan dan informasi sistim agribisnis pangan<br>Kajian model pemberdayaan masyarakat untuk meningkatkan akses terhadap pangan   |
|   | Penanganan <i>post harvest, post mortem</i> , tangkapan ikan dan pengolahan nya dalam rangka diversifikasi pangan | Optimalisasi kualitas dan kuantitas pangan untuk mengurangi ketergantungan bahan baku dan produk dari luar daerah /impor                                | Pengurangan susut pasca panen/post mortem dan tahap pengolahan<br>Peningkatan mutu produk pertanian /hewan ternak/perikanan segar dan pangan olahan<br>Peningkatan nilai tambah hasil pertanian/perikanan dengan mengolah menjadi produk lanjutan<br>Diversifikasi pangan berbasis sumber daya lokal | Pengembangan teknologi penanganan pasca panen/post mortem serta teknologi pengolahan yang efisien dan ramah lingkungan<br>Pengembangan rancang bangun alat/mesin pasca panen/post mortem dan pengolahan<br>Teknologi penanganan pasca panen/post mortem produk segar<br>Rancang bangun dan teknologi pengolahan sektor hilir pangan hasil pertanian/ternak /perikanan<br>Pengembangan teknologi pengolahan bahan untuk industri pangan berbahan baku lokal<br>Rancang bangun pengolahan bahan baku industri pangan yang sederhana dan aplikatif untuk menghasilkan produk sesuai spesifikasi industri<br>Pengembangan pangan fungsional berbasis bahan baku lokal<br>Pemanfaatan limbah industri pangan sebagai bahan konstruksi                      |
| <i>Fokus Riset : Energi</i>   |   |   |  |   |
| (Pertanian, Akuntansi, Hukum, Manajemen, Teknik Sipil, Teknik Informatika, Pendidikan, Kelautan dan Perikanan, Ilmu Pendidikan)   | Pengembangan teknologi hemat energi   | Semakin menipisnya cadangan bahan bakar fosil menuntut efisiensi dalam penggunaannya untuk memperpanjang waktu penggunaan cadangan bahan bakar yang ada | Pengembangan dan penerapan teknologi hemat energi<br>Kampanye budaya hemat energi  | Pengembangan mesin konversi energi yang efisien<br>Pengembangan teknologi pemanfaatan energi sisa<br>Pengembangan sistem monitoring dan evaluasi unjuk kerja mesin konversi energi<br>Penerapan teknologi hemat energi di berbagai sektor<br>Penyusunan manual untuk kampanye penghematan energi  |
|   | Peningkatan pemanfaatan energi baru dan terbarukan  | Untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil yang semakin menipis, perlu ditingkatkan upaya pemanfaatan sumber energi baru dan terbarukan | Pengembangan teknologi pemanfaatan energi baru dan terbarukan  | Penyusunan peta ketersediaan dan potensi pengembangan energi baru dan terbarukan<br>Studi kelayakan pengembangan sistem pembangkit listrik dari sumber energi baru dan terbarukan<br>Pengembangan teknologi pengolahan limbah pertanian/perkebunan dan industri (biomasa) menjadi bahan bakar<br>Pengembangan teknik pembakaran biomasa yang efisien<br>Pengembangan pembangkit listrik dari sumber energi  |

| <i>Fokus Riset : Teknologi Informasi dan Komunikasi</i>  |  |  |   |   |
|--|--|--|---|---|
| <i>(Pertanian, Akuntansi, Hukum, Manajemen, Teknik Sipil, Teknik Informatika, Pendidikan, Kelautan dan Perikanan, Ilmu Pendidikan)</i> | Pemanfaatan teknologi informasi untuk peningkatan kesejahteraan masyarakat | Teknologi informasi dan komunikasi dewasa ini membuka akses yang luas terhadap berbagai informasi. Pemanfaatan teknologi ini secara benar akan meningkatkan kesejahteraan. | Pengembangan sistem informasi di berbagai sektor. Sosialisasi pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi  | Pengembangan perangkat keras dan lunak untuk mendukung sistem informasi dan komunikasi di sektor pendidikan, pemerintahan, industri, transportasi dan energi. Pengembangan metode proteksi jaringan komputer untuk menghindari dan mencegah adanya kegiatan-kegiatan yang merugikan. Pengembangan smart house/building. |
| <i>Fokus Riset : Otonomi Daerah dan Desentralisasi</i>   |  |  |   |   |
| <i>(Pertanian, Akuntansi, Hukum, Manajemen, Teknik Sipil, Teknik Informatika, Pendidikan, Kelautan dan Perikanan, Ilmu Pendidikan)</i> | Dampak otonomi daerah dan desentralisasi                                   | Otonomi daerah memiliki dampak yang luas terhadap perekonomian, pengelolaan sumber daya alam, kesejahteraan masyarakat, dan lingkungan                                     | Identifikasi dampak otonomi dan desentralisasi<br>Identifikasi good governance sesuai karakteristik daerah<br>Inovasi manajemen dalam pelaksanaan otonomi | Kajian terhadap praktik dan model good governance<br>Kajian terhadap parameter pengukuran dan faktor keberhasilan otonomi daerah<br>Kajian mengenai kearifan lokal dalam eksplorasi dan pemanfaatan sumber daya alam daerah otonom<br>Pengembangan kebijakan untuk merespon dampak otonomi daerah                       |
|  | Kerjasama antar daerah   | Kerjasama antar daerah merupakan salah satu persoalan pelik dalam pelaksanaan otonomi daerah.  | Rancangan kebijakan kerjasama antar daerah  | Kajian mengenai potensi daerah sebagai dasar kerjasama<br>Peningkatan kapasitas produksi sektor industri yang berbasis sumber daya daerah otonom<br>Kajian pengembangan model kerjasama antar daerah  |
|  | Standarisasi pelayanan   | Belum tersedia standarisasi pelayanan minimum tingkat daerah   | Penyusunan pedoman pelayanan minimum daerah yang sinkron dengan standar nasional  | Kajian pengembangan dan penyusunan standarisasi pelayanan minimum sesuai dengan karakteristik wilayah   |
| <i>Fokus Riset Pengembangan Manusia dan Daya Saing</i>   |  |  |   |   |
| <i>(Akuntansi, Hukum, Manajemen, Ilmu Pendidikan, Teknik Sipil, Kelautan dan Perikanan, Teknologi Pertanian)</i>                       | Kesenjangan akses pendidikan dan kesejahteraan masyarakat                  | Perbedaan tingkat pendidikan dan pendapatan masyarakat desa dan kota<br>Rendahnya produktivitas dan profesionalism pekerja di pedesaan                                     | Pemerataan pendidikan dan kesejahteraan masyarakat<br>Menurunkan kesenjangan ekonomi antara pekerja   | Kajian terhadap faktor penyebab kesenjangan pendidikan, kesejahteraan maupun pengangguran dan upaya untuk menguranginya<br>Pengembangan model pemberdayaan dalam upaya mengurangi kesenjangan   |
|  | Pengangguran   | Pengangguran yang terus bertambah<br>Tingginya tingkat pengangguran dan rendahnya kualitas sumber daya manusia   | Menurunkan jumlah pengangguran<br>Peningkatan semangat kerja dan jiwa kewirausahaan penduduk pedesaan   | Pengembangan model pendidikan dan inkubator bisnis kewirausahaan pedesaan<br>Pengembangan kebijakan dan model pengupahan pekerja yang adil  |

Sesuai dengan pemetaan topik riset unggulan institusi, penelitian ini memberikan kontribusi pada isu-isu strategis sebagai berikut :

1. Pengembangan Teknologi Hemat Energi, dengan topik riset pada penerapan teknologi hemat energi di berbagai sektor dan penyusunan manual untuk kampanye penghematan energi.
2. Pemanfaatan teknologi informasi untuk peningkatan kesejahteraan masyarakat, khususnya pada topik riset pengembangan perangkat keras dan lunak untuk mendukung sistem informasi dan komunikasi di sektor pendidikan, pemerintahan, industri, transportasi dan energi.

### 1.3 Orisinalitas dan Kontribusi Terhadap Ilmu Pengetahuan

Dari beberapa penelitian terkait yang menitik beratkan pada alternatif konservasi energi menggunakan metode ANP dan PROMETHEE, masing-masing kasus memberikan rekomendasi berbeda. Putri dan Sugiono<sup>[5]</sup> pada PT. XYZ merekomendasikan penerapan teknologi hemat energi pada PT.XYZ sedangkan Apriyanto dan Ciptomulyono<sup>[7]</sup> pada bangunan Surabaya Plaza Hotel merekomendasikan pelatihan dan pengembangan sumber

daya manusia sebagai alternatif konservasi energi terbaik.

Penelitian ini difokuskan pada pencarian alternatif konservasi energi dengan menggunakan metode fuzzy logic dengan tujuan untuk menemukan metode pengambil keputusan yang tepat untuk diimplementasikan pada kasus konservasi energi. Berdasarkan penelitian terdahulu tidak semua kasus dapat diselesaikan dengan faktor keberhasilan 100% dengan metode fuzzy logic ataupun metode kecerdasan buatan lainnya. Untuk mengetahui tingkat keberhasilan penyelesaian kasus perlu dilakukan penelitian lebih lanjut. Sehingga hasil penelitian ini dapat direkomendasikan untuk penyelesaian pada kasus sejenis.

#### **1.4 Pendekatan Kritis yang Digunakan**

Secara umum penelitian ini akan menghasilkan rekomendasi alternatif konservasi energi menggunakan metode fuzzy logic dengan pendekatan kritis dan konseptual yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian dijelaskan sebagai berikut :

1. Konservasi energi meliputi perbaikan prosedur operasi, pemeliharaan dan pemasangan alat-alat kendali, peningkatan efisiensi peralatan dan *fuel switching* dan peningkatan kesadaran dan pengetahuan teknik-teknik konservasi energi bagi karyawan/operator secara terus menerus.
2. Manajemen energi adalah kegiatan terpadu untuk mengendalikan konsumsi energi agar tercapai pemanfaatan energi yang efektif dan efisien untuk menghasilkan keluaran yang maksimal melalui tindakan teknis secara terstruktur dan ekonomis untuk meminimalisasi pemanfaatan energi termasuk energi untuk proses produksi dan meminimalisasi konsumsi bahan baku dan bahan pendukung.
3. Audit energi merupakan hasil dari inspeksi berupa observasi penggunaan energi yang kemudian dikoreksi bila terdapat penyimpangan konsumsi energi dalam bentuk analisis penggunaan energinya, kemudian akan dicari upaya dalam verifikasi (penyelesaian) masalah energi tersebut.
4. Fuzzy Inference System (FIS) merupakan sistem penarikan kesimpulan dari sekumpulan kaidah fuzzy, dapat berupa input nilai eksak maupun rules dalam kaidah fuzzy.

Implementasi pendekatan-pendekatan tersebut diatas pada kasus konservasi energi akan menghasilkan rekomendasi solusi penghematan energi yang optimal di Politeknik Negeri Pontianak.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Penelitian Terkait Yang Pernah Dilakukan Sebelumnya

Kajian atau penelitian terdahulu tentang sistem manajemen energi listrik dengan cara memilih alternatif peluang hemat energi menggunakan pendekatan metode *Analytical Network Process* (ANP) dan metode *Multi Criteria Decision Making* (MCDM) *Preference Ranking Organization Method for Enrichment* (PROMETHEE) seperti yang dilakukan oleh Putri dan Sugiono pada PT. XYZ yang bergerak dibidang telekomunikasi menyatakan bahwa terdapat 4 (empat) jenis alternatif peluang penghematan energi yaitu : penerapan teknologi hemat energi, pelatihan dan pengembangan sumber daya manusia, perubahan SOP penggunaan fasilitas perusahaan dan penyesuaian desain bangunan. Dari hasil pengolahan data menggunakan metode PROMETHEE didapatkan bahwa rekomendasi alternatif jenis konservasi energi yang optimal untuk PT. XYZ adalah penerapan teknologi hemat energi. [5]

Sementara itu penelitian lain yang dilakukan oleh Apriyanto dan Ciptomulyono pada bangunan Surabaya Plaza Hotel menyatakan bahwa hasil pengolahan data menggunakan metode PROMETHEE dengan beberapa pembobotan kriteria antara lain; Kriteria ekonomi, kriteria *Customer*, kriteria Sumber Daya Manusia (SDM) atau tenaga kerja dan reputasi Hotel didapatkan rekomendasi alternatif jenis konservasi yang optimal adalah Pelatihan dan pengembangan SDM. [7]

Lebih lanjut penelitian yang dilakukan oleh Adiprama dan Ciptomulyono pada RSUD Haji Surabaya menyimpulkan terdapat 4 (empat) jenis alternatif peluang penghematan energi yang dapat diterapkan di RSUD Haji Surabaya, yaitu; Perubahan SOP fasilitas rumah sakit, penyesuaian desain rumah sakit, penerapan teknologi hemat energi, pelatihan dan pengembangan sumber daya manusia. Alternatif penghematan energi yang direkomendasikan untuk diterapkan pada RSUD Haji Surabaya adalah Perubahan SOP fasilitas rumah sakit. [6]

Dari uraian beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya maka penelitian yang dilakukan saat ini difokuskan pada lembaga pendidikan khususnya Politeknik yang mempunyai kekhususan dalam penggunaan energi listrik.

## **2.2 Konservasi Energi**

Yang dimaksud dengan Konservasi energi adalah upaya sistematis, terencana, dan terpadu guna melestarikan sumber daya energi dalam negeri serta meningkatkan efisiensi pemanfaatannya. Dalam pelaksanaannya, program konservasi energi meliputi :

1. program jangka pendek, antara lain perbaikan prosedur operasi, pemeliharaan dan pemasangan alat-alat kendali
2. program jangka menengah dan panjang, antara lain peningkatan efisiensi peralatan dan *fuel switching*.
3. peningkatan kesadaran dan pengetahuan teknik-teknik konservasi energi bagi karyawan atau operator secara terus menerus.

Program Konservasi Energi sebagaimana dimaksud diatas paling sedikit memuat informasi sebagai berikut :

1. rencana yang akan dilakukan
2. target dan pencapaian
3. jenis dan konsumsi energi
4. penggunaan peralatan hemat energi
5. langkah-langkah konservasi energi; dan
6. jumlah produk yang dihasilkan atau jasa yang diberikan.

Pelaksanaan penghematan energi oleh pengguna sumber energi dan pengguna energi dilakukan melalui :

1. sistem tata udara
2. sistem tata cahaya
3. peralatan pendukung
4. proses produksi; dan/atau
5. peralatan pemanfaatan energi utama.

## **2.3 Manajemen Energi**

Manajemen energi adalah kegiatan terpadu untuk mengendalikan konsumsi energi agar tercapai pemanfaatan energi yang efektif dan efisien untuk menghasilkan keluaran yang maksimal melalui tindakan teknis secara terstruktur dan ekonomis untuk meminimalisasi pemanfaatan energi termasuk energi untuk proses produksi dan meminimalisasi konsumsi bahan baku dan bahan pendukung.[8]

Dalam upaya penerapan Sistem Manajemen Energi di suatu perusahaan atau instansi pemerintahan, dapat dilakukan dengan tahapan-tahapan berikut ini :

### 1. Komitmen Manajemen

Komitmen manajemen merupakan hal terpenting dalam menerapkan sistem manajemen energi di suatu perusahaan/instansi, berhasil tidaknya penerapan ini tergantung dari bagaimana top manajemen dan tim energi dalam upaya penghematan energi. Dalam komitmen manajemen mencakup komitmen terhadap pelaksanaan upaya penghematan energi dalam jangka panjang dan berkelanjutan. Selanjutnya pemangku kebijakan menyusun dan mengimplementasikan kebijakan energi. Kemudian manajemen membentuk dan menugaskan tim energi untuk merencanakan dan melaksanakan penghematan energi. Berikutnya manajemen harus menyiapkan sumber daya dalam rangka pelaksanaan upaya penghematan. Dan yang terakhir adalah top manajemen harus mengkomunikasikan dan mensosialisasikan pentingnya upaya penghematan energi ke semua jajaran di organisasi.

#### 1. Kebijakan Energi

Kebijakan Energi merupakan dokumen tertulis yang merupakan manifestasi dari komitmen dari top manajemen. Kebijakan energi hendaknya disosialisasikan ke semua kalangan di dalam organisasi, di review secara berkala dan diperbaiki jika diperlukan.

#### 2. Tim Energi

Dalam mengimplementasikan Sistem Manajemen Energi di suatu perusahaan/institusi, diperlukan tim energi yang berfungsi membuat perencanaan (*planning*), pelaksanaan program (*Do*), Pemeriksaan dan pengawasan program (*Check*), dan me- Review terhadap program yang sedang dilakukan (*Act*) sebagai perpanjangan tangan dari top manajemen dalam program penghematan energi di perusahaan.

Di dalam [usaid], dikatakan bahwa anggota tim energi dapat disesuaikan dengan kapasitas/kompleksitas bangunan, dan berasal dari beberapa perwakilan divisi/departemen. Tim energi disarankan secara berkala mengikuti pelatihan/workshop guna meningkatkan kapasitas dan keahliannya.

#### 3. Review Penggunaan Energi

Energi Review dan perencanaan penghematan energi idealnya dapat dilakukan oleh tim energi. Selanjutnya tahap perencanaan detail kegiatan penghematan energi dapat juga melibatkan pihak ketiga (konsultan) untuk melakukan audit energi, yaitu: proses evaluasi

pemanfaatan energi dan identifikasi peluang penghematan energi serta rekomendasi peningkatan efisiensi pada pengguna energi dan pengguna sumber energi. [3]

#### 4. Standar Audit Energi

Dalam melaksanakan audit energi harus berdasarkan standar-standar yang berlaku tidak hanya standar di suatu negara tetapi juga standar yang digunakan juga berlaku secara internasional.

Adanya standarisasi berfungsi sebagai patokan atau acuan bagi perancang, pengguna, pengelola, pelaksana, pemilik bangunan gedung didalam merancang sistem manajemen energi tanpa harus mengubah fungsi bangunan, kenyamanan, produktifitas karyawan, atau penghuni gedung dengan mempertimbangkan aspek biaya.

Bagi para auditor, standar di perlukan memberikan gambaran dan membandingkannya dengan hasil audit yang dilakukan agar dapat di berikan rekomendasi tentang konservasi energi di suatu gedung atau bangunan yang sedang di audit.

#### **1.4 Pengukuran Arus Listrik Menggunakan Teknologi WSN**

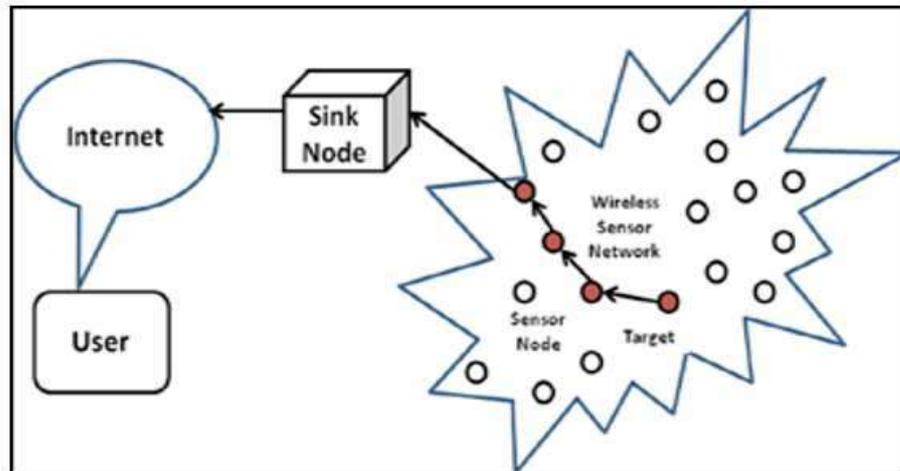
Dalam penelitian ini menggunakan teknologi Wireless Sensor Network untuk mengukur arus pada gedung-gedung di Politeknik Negeri Pontianak. Hal ini bertujuan untuk memvalidasi data-data pengukuran arus yang sebelumnya sudah dilakukan secara manual dengan menggunakan tang ampere. Pengukuran menggunakan WSN juga memberikan kemudahan pada pengumpulan data yang dapat langsung dikirim ke komputer pusat melalui cloud untuk dianalisis.

Wireless Sensor Network (WSN) adalah gabungan dari beberapa proses yaitu proses sensing, komputasi dan komunikasi radio dalam suatu jaringan. [20] WSN terdiri dari node-node dimana node node tersebut memiliki satu sensor, prosesor, penyimpanan, radio berdaya rendah dan biasanya dioperasikan dengan baterai. Sensor ini digunakan untuk mengukur, merekam dan memonitor kondisi fisik dan lingkungan pada beberapa lokasi seperti suhu, temperatur, tekanan, getaran, gerakan, dan lain-lain. [21]

WSN digunakan pada beberapa area baik itu industri maupun aplikasi sipil. Aplikasi WSN dapat dibagi menjadi tiga kelas, yaitu pengumpulan data lingkungan, pemonitor sekuriti dan treking node sensor. [20] Dari aplikasi-aplikasi tersebut, maka WSN memiliki karakteristik-karakteristik sebagai berikut:

1. Dapat digunakan pada daya yang terbatas
2. Dapat ditempatkan pada kondisi lingkungan yang keras

3. Dapat digunakan untuk kondisi dan pemrosesan data secara mobile.
4. Mempunyai topologi jaringan yang dinamis, dengan sistem node yang heterogen
5. Dapat dikembangkan untuk skala besar.[22]



Gambar 2.1. Arsitektur WSN [21]

Secara rinci modul WSN yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari sebuah sensor arus untuk mengukur arus, board prosesor yang sudah terintegrasi dengan sebuah mikroprosesor untuk komputasi dan radio untuk komunikasi pengiriman data hasil ukur ke pusat pengolahan data. Komponen-komponen tersebut dapat dilihat pada sub-sub bab berikut:

#### 1.4.1 Current Transformers (CTs)

Current Transformers (CTs) adalah sensor yang digunakan untuk mengukur arus bolak balik (AC). Secara umum sensor ini sangat berguna untuk mengukur konsumsi tenaga listrik pada suatu gedung. Bentuk CT seperti yang terdapat pada gambar 2.2 di bawah ini sangat cocok untuk digunakan untuk mengukur secara langsung pada kabel yang masuk ke suatu gedung dengan cara mengklipnya.



Gambar 2.2 Sensor Arus SCT-013

Sensor ini dapat digunakan pada aplikasi-aplikasi berikut ini:

1. Pengukuran arus
2. Monitoring dan perlindungan motor AC
3. Peralatan penerangan
4. Air compressor

Dengan spesifikasi yang tertera di bawah ini:

1. Arus Input: 0 ~ 100A AC
2. Mode keluaran: 0 ~ 50mA
3. Non-linearity:  $\pm 3\%$
4. Turn Ratio: 100A:0,05A
5. Tingkat Resistansi: Tingkat B
6. Temperatur Kerja:  $-25^{\circ}\text{C} \sim 70^{\circ}\text{C}$
7. Dielectric strength: 1000V AC/1min 5mA
8. Leading wire in length: 1m
9. Ukuran: 13mm x 13mm

[23]

#### **1.4.2 ESpectro**

Merupakan produk board berdasarkan ESP8266 ESP-12F. Dilengkapi dengan kemampuan untuk auto-flashing dan manual-flashing. ESpectro juga memiliki programmabel LED, RGB LED, dan button. Dengan masukan 1,6 – 6V ESpectro dapat mengeluarkan power 3,3V untuk mengisi power modul atau sensor eksternal yang ingin digunakan pada pin 3V3. Selain itu ESpectro memiliki 17 General Purpose Input Output (GPIO) seperti dapat dilihat pada gambar 2.3. adapun GPIO tersebut memiliki fungsi-fungsi khusus seperti fungsi serial UART (RX, TX), I2C (SDA, SCL), SPI (MISO< MOSI, SCK) pada pin GPIO berfungsi untuk berkomunikasi dengan komputer, mikrokontroler lain maupun dengan modul sensor. Pada GPIO 6, 7, 8, 9, 11 merangkap pin Serial SPI (Master/Slave) sehingga untuk pengguna pemula tidak disarankan untuk menggunakan GPIO ini.

ESpectro dilengkapi dengan 1 pin Analog to Digital Converter (ADC) dengan resolusi data 10 bit. Modul ini juga dilengkapi dengan beberapa built-in neopixel, photo transistor, sensor suhu, sensor gestur, dan sensor IMU. Selain itu, pada sisi perangkat lunak, ESpectro core sudah dilengkapi dengan rangkaian USB to UART sehingga untuk memprogram ESpectro dapat melalui konektor microUSB.



## **BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN**

### **3.1 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini dilakukan dalam dua tahapan dalam jangka waktu dua tahun. Tahun pertama penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) dari gedung-gedung yang ada di Politeknik Negeri Pontianak. Untuk mengetahui nilai tersebut dilakukan audit energi awal dengan melakukan pengukuran arus yang ada pada setiap gedung. Selain itu tujuan lain pada tahun pertama ini adalah membangun sebuah alat untuk mengukur arus menggunakan teknologi Wireless Sensor Network (WSN) untuk memvalidasi nilai arus yang telah diukur.

Pada tahun kedua dari penelitian ini akan didapat pola konsumsi energi listrik serta potensi efisiensi yang masih dapat dilakukan sesuai dengan saran kegiatan yang dapat direkomendasikan seperti penerapan teknologi hemat energi, pelatihan dan pengembangan sumber daya manusia, perubahan standar operasional prosedur penggunaan fasilitas kampus dan penyesuaian desain bangunan kampus. Sehingga metode penghematan energi yang diusulkan diharapkan dapat memberikan efisiensi penghematan energi listrik hingga  $\pm 10\%$ .

### **3.2 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang diharapkan diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagi Politeknik Negeri Pontianak yaitu dapat melakukan penghematan dalam penggunaan energi listrik sehingga akan berimbas pada berkurangnya biaya yang harus dibayarkan.
2. Bagi Instansi/ Lembaga lainnya, dapat melakukan penghematan dalam penggunaan energi listrik dengan metode yang disesuaikan dengan kondisi pada Instansi/ Lembaga yang bersangkutan.
3. Bagi pemerintah dalam hal ini adalah perusahaan penyedia listrik negara yaitu Perusahaan Listrik Negara (PLN) dapat mendistribusikan tenaga listrik yang tersedia kepada yang lebih membutuhkan seperti daerah-daerah perkampungan yang ada di pedalaman yang cenderung mendapat aliran listrik hanya pada saat malam hari.
4. Diharapkan dengan adanya alat pengukur arus berbasis WSN dapat memberikan kemudahan pada dosen maupun mahasiswa untuk melakukan pengembangan penelitian berdasarkan alat ini.

## BAB 4. METODE PENELITIAN

Garis besar rencana penelitian secara terperinci akan dilakukan secara bertahap selama 2 tahun.

### 3.1 Langkah – langkah Penelitian

Berikut adalah langkah-langkah yang akan dilakukan dalam melakukan penelitian :

#### 1. Identifikasi Masalah

Untuk mengetahui lebih detail tentang ruang lingkup permasalahan yang akan diteliti dilakukan identifikasi masalah. Dalam identifikasi masalah, dapat diketahui jenis masalah dan mengetahui penyebab dari masalah tersebut.

#### 2. Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan dilakukan melalui pengenalan gambaran umum sistem kelistrikan di Politeknik Negeri Pontianak, mengamati aktivitas pada politeknik terutama yang berhubungan dengan data beban kelistrikan seperti prosentase beban terpasang, pembebanan pada sistem tata udara (*Air Conditioning*), beban penerangan dan beban-beban lainnya

#### 3. Studi Pustaka

Studi pustaka yang dilakukan adalah mempelajari referensi yang mendukung topik penelitian yang akan diangkat, diantaranya materi audit energi dan fuzzy logic.

#### 4. Perumusan Masalah

Setelah mengetahui permasalahan yang ada di politeknik maka langkah selanjutnya yang akan dilakukan adalah menetapkan perumusan masalah.

#### 5. Pengumpulan Data

Data yang akan dikumpulkan meliputi data rekening listrik Politeknik Negeri Pontianak selama 4 tahun terakhir dan data historis penggunaan daya listrik. Metode pengumpulan data yang akan digunakan adalah sebagai berikut :

- a. Wawancara, melakukan proses pengambilan data dengan cara diskusi dan wawancara dengan pihak-pihak yang terlibat didalam permasalahan konservasi energi.
- b. Dokumentasi, meliputi pengumpulan data struktur organisasi politeknik, luas bangunan, aktivitas di dalam gedung, data rekening listrik dan data pendukung lainnya.

- c. Kuesioner, kuesioner akan diisi oleh pihak-pihak di level manajemen Politeknik Negeri Pontianak untuk mengetahui prioritas pada setiap kriteria.

## 6. Proses Audit Energi

Proses audit energi dilakukan secara bertahap yang terdiri dari audit energi awal dan audit energi rinci.

### **Audit Energi Awal**

Audit energi awal pada prinsipnya dapat dilakukan pemilik/pengelola bangunan gedung yang bersangkutan berdasarkan data rekening pembayaran energi yang dikeluarkan dan pengamatan visual.

#### **a. Pengumpulan dan penyusunan data energi bangunan gedung**

Kegiatan audit energi awal meliputi pengumpulan data energi bangunan gedung dengan data yang tersedia dan tidak memerlukan pengukuran. Data tersebut meliputi :

- 1) Dokumentasi bangunan yang dibutuhkan adalah gambar teknik bangunan sesuai pelaksanaan konstruksi (*as built drawing*), terdiri dari :
  - a) Tapak, denah dan potongan bangunan gedung seluruh lantai.
  - b) Denah instalasi pencahayaan bangunan seluruh lantai.
  - c) Diagram satu garis listrik, lengkap dengan penjelasan penggunaan daya listriknya dan besarnya penyambungan daya listrik PLN serta besarnya daya listrik cadangan dari diesel *Generator Set*.
- 2) Pembayaran listrik bulanan bangunan gedung selama satu tahun terakhir dan rekening pembelian bahan bakar minyak (bbm), bahan bakar gas (bbg), dan Air.
- 3) Tingkat Hunian Bangunan (*Occupancy Rate*).

#### **b. Menghitung besarnya Intensitas Konsumsi Energi (IKE) gedung**

Berdasarkan data seperti disebutkan pada butir a. maka dapat dihitung :

- 1) Rincian luas bangunan gedung dan luas total bangunan gedung (m<sup>2</sup>)
- 2) Konsumsi energi bangunan gedung per tahun (kWh/tahun)
- 3) Intensitas Konsumsi Energi ( IKE ) bangunan gedung per tahun (kWh/m<sup>2</sup>/tahun).
- 4) Biaya energi bangunan gedung (Rp/kWh).

### **Audit Energi Rinci**

Audit energi rinci dilakukan bila nilai IKE lebih besar dari nilai target yang ditentukan.

### **a. Penelitian dan pengukuran konsumsi energi**

Audit energi rinci perlu dilakukan bila audit energi awal memberikan gambaran nilai IKE listrik lebih dari nilai target yang ditentukan untuk mengetahui profil penggunaan energi pada bangunan gedung, sehingga dapat diketahui peralatan pengguna energi apa saja yang pemakaiannya energinya cukup besar.

Kegiatan yang dilakukan dalam penelitian energi adalah mengumpulkan dan meneliti sejumlah masukan yang dapat mempengaruhi besarnya kebutuhan energi bangunan gedung, dan dari hasil penelitian dan pengukuran energi dibuat profil penggunaan energi pada bangunan.

### **b. Pengukuran Energi**

Seluruh analisa energi bertumpu pada hasil pengukuran. Hasil pengukuran harus dapat diandalkan dan mempunyai kesalahan (*error*) yang masih dapat diterima. Untuk itu penting menjamin bahwa alat ukur yang digunakan telah dikalibrasi oleh instansi yang berwenang. Alat ukur yang digunakan dapat berupa alat ukur yang dipasang tetap (*permanent*) pada instalasi atau alat ukur yang dipasang tidak tetap (*portable*).

### **c. Instrumen-instrumen Audit Energi**

Persyaratan untuk satu audit energi seperti identifikasi dan perhitungan energi mengharuskan pengukuran-pengukuran, dimana pengukuran ini menggunakan instrumen-instrumen. Instrumen-instrumen ini harus fleksibel, tahan lama mudah untuk dioperasikan dan secara ekonomis relatif murah. Secara umum parameter-parameter yang dimonitor selama audit energi meliputi : Parameter dasar kelistrikan di arus bolak balik (AC) dan arus searah (DC), sistem tegangan (V), arus (Ampere), faktor daya , Daya Aktif (kWh), Daya Semu (kVA), Daya Reaktif (KVAr), Konsumsi Energi (kWh), Frekuensi (Hz), dan lain-lain.

#### **7. Identifikasi Alternatif Peluang Konservasi Energi**

Identifikasi alternatif peluang konservasi energi diperoleh dengan cara mengelompokkan alternatif tersebut berdasarkan kesamaan karakteristiknya dan melakukan brainstorming dengan pihak jajaran manajemen Politeknik Negeri Pontianak.

#### **8. Penentuan Kriteria dan Sub Kriteria**

Penentuan kriteria dan sub kriteria diperlukan untuk memudahkan dalam pemilihan rekomendasi alternatif terbaik.

#### **9. Perancangan Aplikasi**

Kegiatan perancangan aplikasi meliputi, penentuan spesifikasi hardware dan software yang akan mendukung aplikasi. Dilanjutkan dengan perancangan database dan perancangan interface pengolahan data dengan metode Fuzzy Logic.

#### 10. Pengolahan Data

Pengolahan data diawali dengan pemberian bobot pada masing-masing kriteria untuk mengetahui prioritas pada setiap kriteria. Penilaian pembobotan dilakukan dengan cara pengisian kuesioner yang dilakukan oleh pihak manajemen Politeknik Negeri Pontianak. Pada tahapan ini pemodelan dan pembobotan dilakukan dengan menggunakan aplikasi metode Fuzzy Logic.

#### 11. Perhitungan Peluang Pilihan Konservasi Energi

Pada proses perhitungan, nilai kriteria tiap alternatif didapatkan berdasarkan data kualitatif dan kuantitatif. Hasil yang diperoleh adalah nilai intensitas energi perusahaan, prioritas kriteria dan sub kriteria, serta perbandingan alternatif yang ditawarkan.

#### 12. Analisa dan Evaluasi Hasil

Tahapan terakhir yang akan dilakukan adalah melakukan analisa dan evaluasi hasil pengujian serta pemberian rekomendasi solusi konservasi energi sesuai prioritas alternatif dengan pembobotan tertinggi.

## BAB 5. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

Tahapan pertama pada penelitian ini adalah berkoordinasi dengan lembaga Politeknik Negeri Pontianak yang dalam hal ini adalah tempat pengambilan data sehingga diperoleh data yang akurat dan sesuai dengan keadaan pada Politeknik Negeri Pontianak. Setelah dilakukan koordinasi dengan Direktur, Pembantu Direktur II dilanjutkan dengan pengambilan data. Pada tahun pertama penelitian ini telah selesai dilakukan pengumpulan data yang kemudian dilakukan audit energi awal pada data penggunaan energi listrik disetiap gedung yang ada di Politeknik Negeri Pontianak.

### 5.1 Hasil Penelitian

Hasil penelitian yang diperoleh selama kegiatan pada tahun pertama penelitian mengacu pada rencana luaran yang akan dihasilkan sesuai pada tabel berikut :

Tabel 5.1 Rencana Target Capaian Tahunan

| No                                     | Jenis Luaran  |                               | Indikator Capaian |                    |
|--|---|-------------------------------|-------------------|--------------------|
|  |   |                               | TS <sup>1)</sup>  | TS <sup>+1</sup>   |
| 1                                      | Publikasi Ilmiah <sup>2)</sup>                                  | International                 | Draft             | Reviewed           |
|  |   | Nasional Terakreditasi        | Draft             | Published          |
| 2                                      | Pemakalah dalam temu ilmiah <sup>3)</sup>                       | Internasional                 | Draft             | Sudah dilaksanakan |
|  |   | Nasional                      | Draft             | Sudah dilaksanakan |
| 3                                      | Invited Speaker dalam temu ilmiah <sup>4)</sup>                 | Internasional                 | Tidak ada         | Tidak ada          |
|  |   | Nasional                      | Tidak ada         | Tidak ada          |
| 4                                      | Hak Kekayaan Intelektual <sup>5)</sup>                          | Paten                         | Tidak ada         | Tidak ada          |
|  |   | Paten Sederhana               | Tidak ada         | Tidak ada          |
|  |   | Hak Cipta                     | Tidak ada         | Tidak ada          |
|  |   | Merk Dagang                   | Tidak ada         | Tidak ada          |
|  |   | Rahasia Dagang                | Tidak ada         | Tidak ada          |
|  |   | Desain Produk Industri        | Tidak ada         | Tidak ada          |
|  |   | Indikasi Geografis            | Tidak ada         | Tidak ada          |
|  |   | Perlindungan Varietas Tanaman | Tidak ada         | Tidak ada          |
| Perlindungan Topografi Sirkuit Terpadu | Tidak ada   | Tidak ada                     |                   |                    |
| 5                                      | Teknologi Tepat Guna <sup>6)</sup>                              |                               | Tidak ada         | Tidak ada          |
| 6                                      | Model/Purwarupa/Desain/Karya Seni/Rekayasa Sosial <sup>7)</sup> |                               | Draft             | Sudah dilaksanakan |
| 7                                      | Buku Ajar (ISBN) <sup>8)</sup>                                  |                               | Tidak ada         | Tidak ada          |
| 8                                      | Tingkat Kesiapan Teknologi (TKT) <sup>9)</sup>                  |                               | 6                 | 8                  |

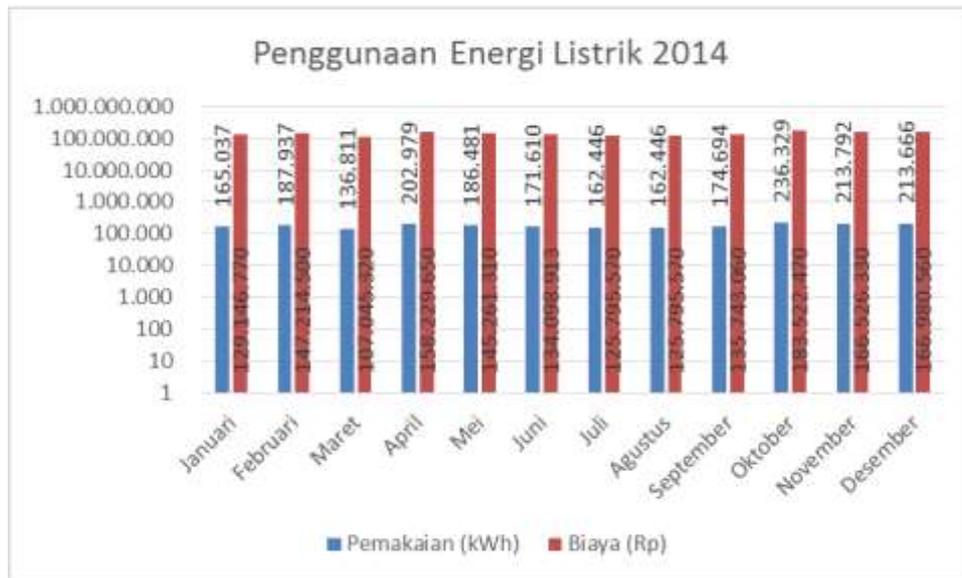
Adapun hasil dan luaran yang telah dicapai pada tahun pertama penelitian adalah sebagai berikut :

## 1. Pola Penggunaan Energi Listrik

Untuk mendapatkan gambaran konsumsi energi listrik pada bangunan kompleks Politeknik Negeri Pontianak, dilakukan pengambilan data sekunder konsumsi energi dari rekening listrik bulanan mulai tahun 2014, 2015 dan tahun 2016. Tabel 5.1 adalah data pemakaian energi listrik pada bangunan kompleks Politeknik Negeri Pontianak tahun 2014 (Januari s/d Desember) dan Tabel 5.2 adalah data pemakaian energi listrik pada bangunan kompleks Politeknik Negeri Pontianak tahun 2015 (Januari s/d Desember) dan Tabel 5.3 untuk tahun 2016 (Januari s/d Desember).

Tabel 5.2 Data Penggunaan Energi Listrik Politeknik Negeri Pontianak Tahun 2014

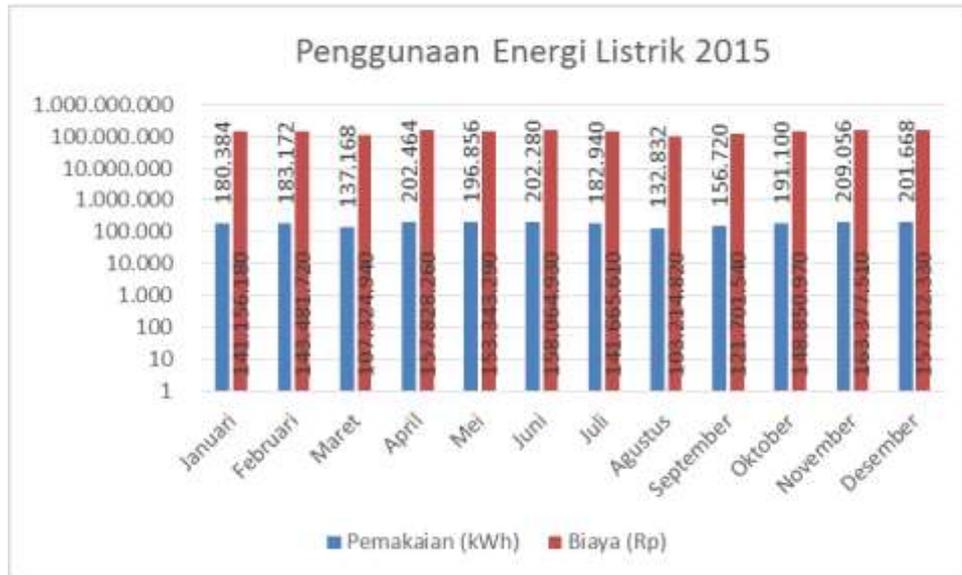
| No | Bulan     | Stand Meter (kWh) |       | Pemakaian (kWh) | Biaya (Rp)    | Rp Per kWh |
|----|-----------|-------------------|-------|-----------------|---------------|------------|
|    |           | Awal              | Akhir |                 |               |            |
| 1  | 2         | 3                 | 4     | 5               | 6             | 7          |
| 1  | Januari   | -                 | -     | 165.037         | 129.146.770   | 782,532    |
| 2  | Februari  | -                 | -     | 187.937         | 147.214.500   | 783,317    |
| 3  | Maret     | -                 | -     | 136.811         | 107.045.320   | 782,434    |
| 4  | April     | -                 | -     | 202.979         | 158.229.650   | 779,537    |
| 5  | Mei       | -                 | -     | 186.481         | 145.261.310   | 778,962    |
| 6  | Juni      | -                 | -     | 171.610         | 134.098.913   | 781,417    |
| 7  | Juli      | -                 | -     | 162.446         | 125.795.570   | 774,384    |
| 8  | Agustus   | -                 | -     | 162.446         | 125.795.570   | 774,384    |
| 9  | September | -                 | -     | 174.694         | 135.743.060   | 777,033    |
| 10 | Oktober   | -                 | -     | 236.329         | 183.522.470   | 776,554    |
| 11 | November  | -                 | -     | 213.792         | 166.526.330   | 778,917    |
| 12 | Desember  | -                 | -     | 213.666         | 166.980.560   | 781,501    |
|    | Jumlah    |                   |       | 2.214.229       | 1.725.360.023 | 9.350,971  |
|    | Rata-rata |                   |       | 184.519         | 143.780.002   | 779,248    |



Gambar 5.1 Diagram Penggunaan Energi Listrik Politeknik Negeri Pontianak Tahun 2014

Tabel 5.3 Data Penggunaan Energi Listrik Politeknik Negeri Pontianak Tahun 2015

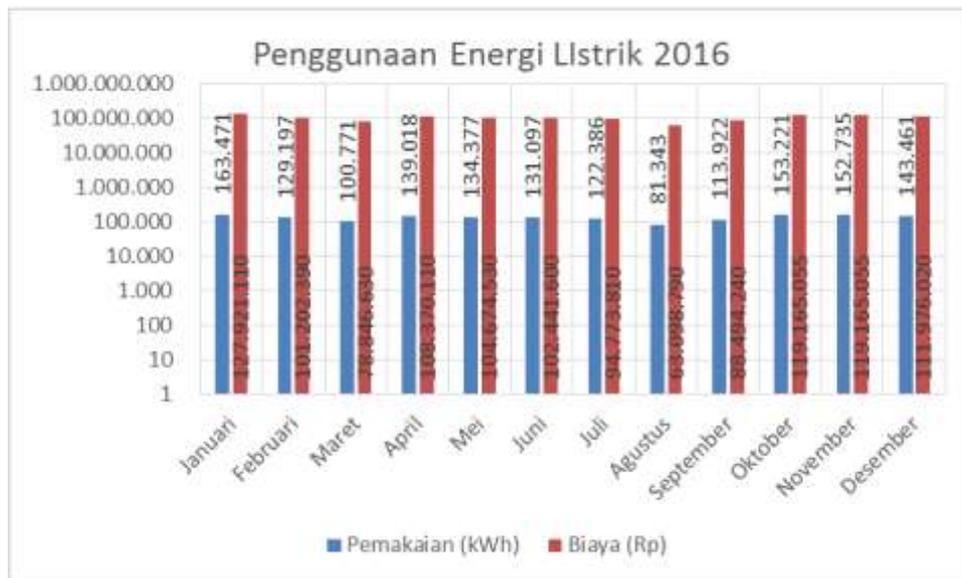
| No | Bulan     | Stand Meter (kWh) |       | Pemakaian (kWh) | Biaya (Rp)    | Rp Per kWh |
|----|-----------|-------------------|-------|-----------------|---------------|------------|
|    |           | Awal              | Akhir |                 |               |            |
| 1  | 2         | 3                 | 4     | 5               | 6             | 7          |
| 1  | Januari   | -                 | -     | 180.384         | 141.156.180   | 782,532    |
| 2  | Februari  | -                 | -     | 183.172         | 143.481.720   | 783,317    |
| 3  | Maret     | -                 | -     | 137.168         | 107.324.940   | 782,434    |
| 4  | April     | -                 | -     | 202.464         | 157.828.260   | 779,537    |
| 5  | Mei       | -                 | -     | 196.856         | 153.343.290   | 778,962    |
| 6  | Juni      | -                 | -     | 202.280         | 158.064.930   | 781,417    |
| 7  | Juli      | -                 | -     | 182.940         | 141.665.610   | 774,383    |
| 8  | Agustus   | -                 | -     | 132.832         | 103.214.820   | 777,033    |
| 9  | September | -                 | -     | 156.720         | 121.701.540   | 776,554    |
| 10 | Oktober   | -                 | -     | 191.100         | 148.850.970   | 778,917    |
| 11 | November  | -                 | -     | 209.056         | 163.377.510   | 781,501    |
| 12 | Desember  | -                 | -     | 201.668         | 157.212.330   | 779,560    |
|    | Jumlah    |                   |       | 2.176.640       | 1.697.222.100 | 9.356,146  |
|    | Rata-rata |                   |       | 181.387         | 141.435.175   | 779,679    |



Gambar 5.2 Diagram Penggunaan Energi Listrik Politeknik Negeri Pontianak Tahun 2015

Tabel 5.4 Data Penggunaan Energi Listrik Politeknik Negeri Pontianak Tahun 2016

| No | Bulan     | Stand Meter (kWh) |       | Pemakaian (kWh) | Biaya (Rp)    | Rp Per kWh |
|----|-----------|-------------------|-------|-----------------|---------------|------------|
|    |           | Awal              | Akhir |                 |               |            |
| 1  | 2         | 3                 | 4     | 5               | 6             | 7          |
| 1  | Januari   | -                 | -     | 163.471         | 127.921.110   | 782,532    |
| 2  | Februari  | -                 | -     | 129.197         | 101.202.390   | 783,317    |
| 3  | Maret     | -                 | -     | 100.771         | 78.846.630    | 782,434    |
| 4  | April     | -                 | -     | 139.018         | 108.370.110   | 779,537    |
| 5  | Mei       | -                 | -     | 134.377         | 104.674.530   | 778,962    |
| 6  | Juni      | -                 | -     | 131.097         | 102.441.600   | 781,417    |
| 7  | Juli      | -                 | -     | 122.386         | 94.773.810    | 774,383    |
| 8  | Agustus   | -                 | -     | 81.343          | 63.098.790    | 775,708    |
| 9  | September | -                 | -     | 113.922         | 88.494.240    | 776,793    |
| 10 | Oktober   | -                 | -     | 153.221         | 119.165.055   | 777,735    |
| 11 | November  | -                 | -     | 152.735         | 119.165.055   | 780,209    |
| 12 | Desember  | -                 | -     | 143.461         | 111.976.020   | 780,531    |
|    | Jumlah    |                   |       | 1.565.001       | 1.220.129.340 | 9.353,558  |
|    | Rata-rata |                   |       | 130.417         | 101.677.445   | 779,463    |



Gambar 5.3 Diagram Penggunaan Energi Listrik Politeknik Negeri Pontianak Tahun 2016

Dari tabel dan diagram diatas, dapat diamati bahwa konsumsi energi listrik gedung Politeknik Negeri Pontianak pada tahun 2014 setiap bulan rata-rata sekitar 184.519 kWh dengan konsumsi energi listrik total mencapai 2.214,229 MWh per tahun (data tahun 2014). Pada tahun 2015, konsumsi rata-rata energi listrik per bulan mengalami sedikit penurunan menjadi 181.387 kWh dengan konsumsi energi listrik secara total 2.176,640 MWh. Sedangkan pemakaian rata-rata perbulan untuk tahun 2016 mengalami penurunan sekitar 28,1%, menjadi 130.417 kWh dengan konsumsi energi listrik secara total 1.565,001 MWh. Faktor penurunan konsumsi energi listrik ini dikarenakan Politeknik Negeri Pontianak sedang dalam proses pembangunan gedung, salah satu gedung yang direnovasi dan dialih fungsikan adalah Auditorium POLNEP dan perumahan karyawan. Sehingga selama tahun 2016 gedung- gedung tersebut tidak digunakan. Selain itu, frekuensi pemadaman aliran listrik oleh PLN juga dapat menjadi faktor berkurangnya konsumsi energi listrik.

## 2. Perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Listrik

Intensitas Konsumsi energi (IKE) adalah istilah yang digunakan untuk menyatakan besarnya jumlah penggunaan energi tiap meter persegi luas kotor (*gross*) bangunan dalam suatu kurun waktu tertentu. Penentuan nilai Intensitas Konsumsi Energi listrik telah diterapkan di berbagai Negara (ASEAN, APEC), dan dinyatakan dalam satuan kWh/m<sup>2</sup> per tahun. Untuk keperluan penelitian ini digunakan nilai IKE dari hasil penelitian yang

dilakukan oleh ASEAN-USAID yang dikeluarkan pada tahun 1992 dengan rincian seperti pada tabel 5.4 berikut .

Tabel 5.5 IKE Listrik Hasil Penelitian  
ASEAN-USAID Tahun 1992

| No.      | Klasifikasi             | IKE<br>(kWh/m <sup>2</sup> /thn) |
|----------|-------------------------|----------------------------------|
| <b>1</b> | <b>2</b>                | <b>3</b>                         |
| 1.       | Perkantoran (Komersial) | 240                              |
| 2.       | Pusat Perbelanjaan      | 330                              |
| 3.       | Hotel (Apartemen)       | 300                              |
| 4.       | Rumah Sakit             | 380                              |

Nilai IKE tersebut tidak menutup kemungkinan untuk mengalami perubahan sesuai dengan tingkat kesadaran masyarakat terhadap penggunaan energi. Seperti Singapura misalnya telah menetapkan IKE Listrik untuk perkantoran hanya sebesar 210 kWh/m<sup>2</sup> per tahun. Dalam menghitung besarnya IKE Listrik pada bangunan gedung, ada beberapa istilah yang digunakan antara lain IKE Listrik per satuan luas total gedung yang dikondisikan (*netto*), yaitu luas total ruang ber-AC dan IKE Listrik per satuan luas kotor (*gross*) gedung, yaitu luas total ruang gedung yang dikondisikan (ruang ber-AC) ditambah dengan luas total ruang gedung yang tidak dikondisikan (tanpa AC).

Sebagai pedoman, telah ditetapkan nilai standart IKE untuk bangunan di Indonesia yang telah ditetapkan oleh Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia tahun 2004.

Tabel 5.6 Standar IKE  
Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia

| No.      | Kriteria       | Ruang ber-AC<br>(kWh/m <sup>2</sup> /bln) | Ruang tanpa AC<br>(kWh/m <sup>2</sup> /bln) |
|----------|----------------|---|---|
| <b>1</b> | <b>2</b>       | <b>3</b>                                  | <b>4</b>                                    |
| 1.       | Sangat Efisien | 4,17 s/d 7,92                             | 0,84 s/d 1,67                               |
| 2.       | Efisien        | 7,92 s/d 12,08                            | 1,67 s/d 2,50                               |
| 3.       | Cukup Efisien  | 12,08 s/d 14,58                           | -   |
| 4.       | Agak Boros     | 14,58 s/d 19,17                           | -   |
| 5.       | Boros          | 19,17 s/d 23,75                           | 2,50 s/d 3,34                               |
| 6.       | Sangat Boros   | 23,75 s/d 37,75                           | 3,34 s/d 4,17                               |

Perhitungan audit awal Intensitas Konsumsi Energi Listrik pada Politeknik Negeri Pontianak dilakukan dengan melihat data sekunder konsumsi energi dari rekening pembayaran listrik pada tahun 2014, 2015 dan tahun 2016 yang dikaitkan dengan luas kotor (*gross*) bangunan kompleks Politeknik Negeri Pontianak yaitu seluas 34.940 m<sup>2</sup>. Perhitungan Intensitas Konsumsi Energi dapat dihitung sebagai berikut.

Perhitungan Intensitas konsumsi Energi (IKE) bulanan dihitung berdasarkan persamaan berikut :

$$IKE = ( Total kWh per bulan / Luas Gross )$$

Sebagai contoh untuk menghitung IKE pada bulan Januari tahun 2014 adalah

$$= ( 165.037 / 34.940 )$$

$$IKE = 4,723 kWh / m^2 per bulan$$

Perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) per tahun dihitung sbb :

$$IKE = (Total kWh per tahun / Luas Gross )$$

Untuk menghitung IKE tahun 2014 adalah seperti berikut :

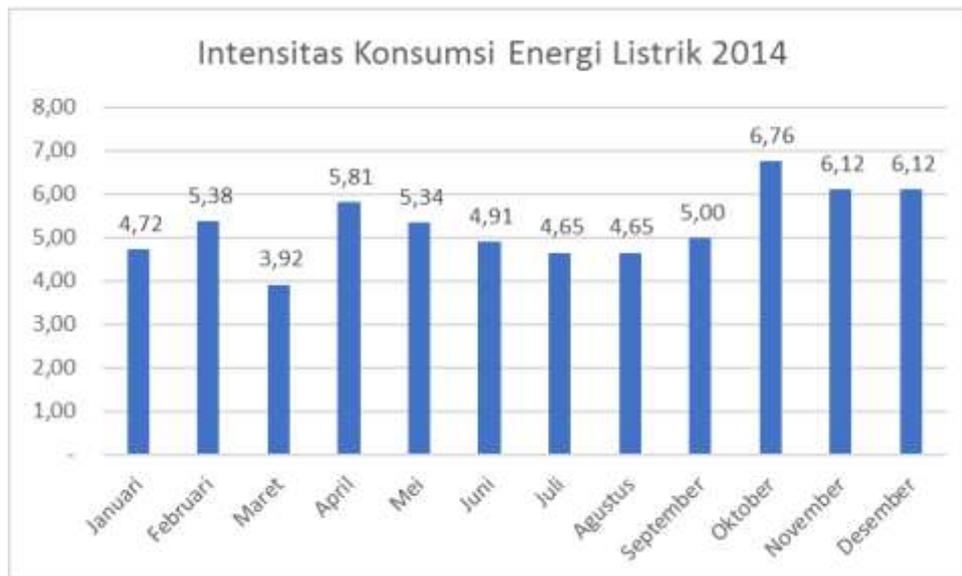
$$= ( 2.214.229 / 34.940 )$$

$$IKE = 63,372 kWh / m^2 per tahun$$

Dengan cara perhitungan yang sama dapat dilakukan perhitungan untuk seluruh data yang memberikan hasil sebagai berikut.

Tabel 5.7 Intensitas Konsumsi Energi Listrik Pada Audit Awal Politeknik Negeri Pontianak Tahun 2014

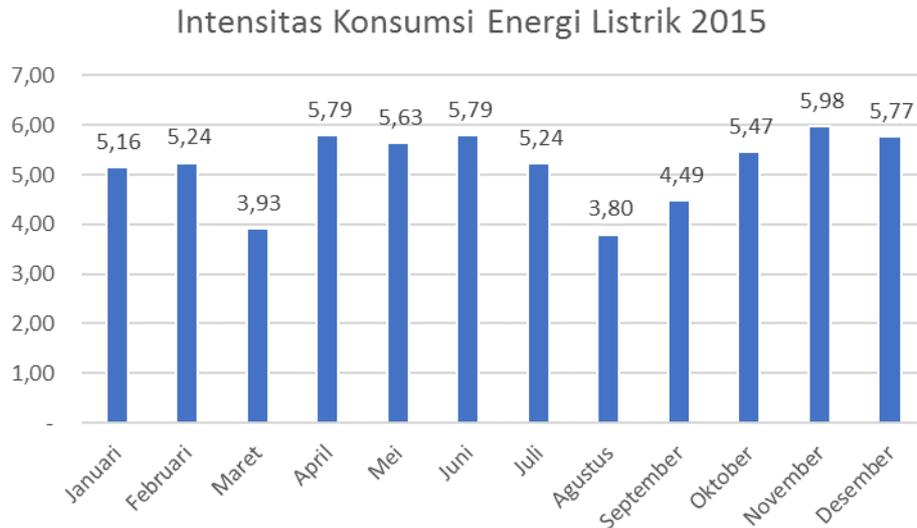
| No    | Bulan     | Luas Gross        | Tahun 2014 |       |
|-------|-----------|-------------------|------------|-------|
|       |           | (m <sup>2</sup> ) | kWh        | IKE   |
| 1     | 2         | 3                 | 4          | 5     |
| 1     | Januari   | 34.940            | 165.037    | 4,72  |
| 2     | Februari  | 34.940            | 187.937    | 5,38  |
| 3     | Maret     | 34.940            | 136.811    | 3,92  |
| 4     | April     | 34.940            | 202.979    | 5,81  |
| 5     | Mei       | 34.940            | 186.481    | 5,34  |
| 6     | Juni      | 34.940            | 171.610    | 4,91  |
| 7     | Juli      | 34.940            | 162.446    | 4,65  |
| 8     | Agustus   | 34.940            | 162.446    | 4,65  |
| 9     | September | 34.940            | 174.694    | 5,00  |
| 10    | Oktober   | 34.940            | 236.329    | 6,76  |
| 11    | November  | 34.940            | 213.792    | 6,12  |
| 12    | Desember  | 34.940            | 213.666    | 6,12  |
| TOTAL |           | -                 | 2.214.229  | 63,37 |



Gambar 5.4 Diagram Intensitas Konsumsi Energi Listrik Politeknik Negeri Pontianak Tahun 2014

Tabel 5.8 Intensitas Konsumsi Energi Listrik Pada Audit Awal Politeknik Negeri Pontianak Tahun 2015

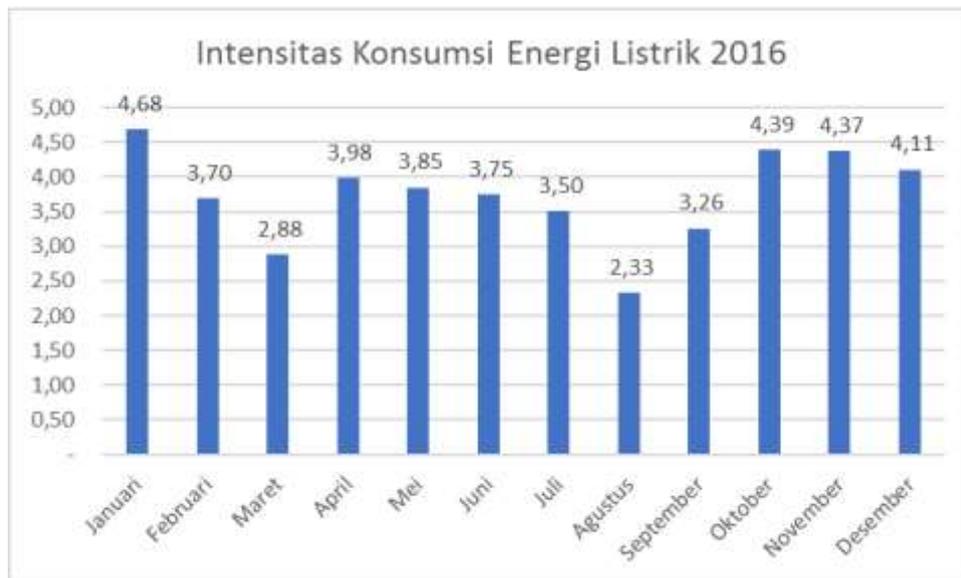
| No    | Bulan     | Luas Gross        | Tahun 2015 |       |
|-------|-----------|-------------------|------------|-------|
|       |           | (m <sup>2</sup> ) | kWh        | IKE   |
| 1     | 2         | 3                 | 4          | 5     |
| 1     | Januari   | 34.940            | 180.384    | 5,16  |
| 2     | Februari  | 34.940            | 183.172    | 5,24  |
| 3     | Maret     | 34.940            | 137.168    | 3,93  |
| 4     | April     | 34.940            | 202.464    | 5,79  |
| 5     | Mei       | 34.940            | 196.856    | 5,63  |
| 6     | Juni      | 34.940            | 202.280    | 5,79  |
| 7     | Juli      | 34.940            | 182.940    | 5,24  |
| 8     | Agustus   | 34.940            | 132.832    | 3,80  |
| 9     | September | 34.940            | 156.720    | 4,49  |
| 10    | Oktober   | 34.940            | 191.100    | 5,47  |
| 11    | November  | 34.940            | 209.056    | 5,98  |
| 12    | Desember  | 34.940            | 201.668    | 5,77  |
| TOTAL |           | -                 | 2.176.640  | 62,30 |



**Gambar 5.5 Diagram Intensitas Konsumsi Energi Listrik Politeknik Negeri Pontianak Tahun 2015**

**Tabel 5.9 Intensitas Konsumsi Energi Listrik Pada Audit Awal Politeknik Negeri Pontianak Tahun 2016**

| No    | Bulan     | Luas Gross<br>(m <sup>2</sup> ) | Tahun 2016 |       |
|-------|-----------|---------------------------------|------------|-------|
|       |           |                                 | kWh        | IKE   |
| 1     | 2         | 3                               | 4          | 5     |
| 1     | Januari   | 34.940                          | 163.471    | 4,68  |
| 2     | Februari  | 34.940                          | 129.197    | 3,70  |
| 3     | Maret     | 34.940                          | 100.771    | 2,88  |
| 4     | April     | 34.940                          | 139.018    | 3,98  |
| 5     | Mei       | 34.940                          | 134.377    | 3,85  |
| 6     | Juni      | 34.940                          | 131.097    | 3,75  |
| 7     | Juli      | 34.940                          | 122.386    | 3,50  |
| 8     | Agustus   | 34.940                          | 81.343     | 2,33  |
| 9     | September | 34.940                          | 113.922    | 3,26  |
| 10    | Oktober   | 34.940                          | 153.221    | 4,39  |
| 11    | November  | 34.940                          | 152.735    | 4,37  |
| 12    | Desember  | 34.940                          | 143.461    | 4,11  |
| TOTAL |           | -                               | 1.565.001  | 44,79 |



Gambar 5.6 Diagram Intensitas Konsumsi Energi Listrik Politeknik Negeri Pontianak Tahun 2016

Dilihat dari nilai target IKE yang digunakan yaitu standar IKE ASEAN-USAID tahun 1992, dapat diketahui klasifikasi perkantoran (komersial) yaitu sebesar  $240 \text{ kWh/m}^2$  per tahun (Tabel 5.4), maka dapat dikatakan dari data hasil perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik per satuan luas kotor (*gross*) kompleks bangunan gedung Politeknik Negeri Pontianak berdasarkan data sekunder konsumsi energi dari rekening pembayaran listrik pada tahun 2014 yaitu sebesar  $63,37 \text{ kWh/m}^2$  per tahun, tahun 2015 sebesar  $62,30 \text{ kWh/m}^2$  per tahun dan pada tahun 2016 sebesar  $44,79 \text{ kWh/m}^2$  per tahun. Angka IKE tersebut masih berada jauh dibawah batas standar (target IKE) yang ditentukan sehingga bisa dikatakan bahwa nilai IKE ini masih sangat efisien.

### 3. Penerangan Gedung dan Bangunan Area Komplek Politeknik Negeri Pontianak

Lampu-lampu penerangan yang digunakan di kompleks gedung Politeknik Negeri Pontianak umumnya menggunakan jenis TL 36 watt dan 18 watt (tube lamp atau neon standart dengan ballast elektromagnetik) dengan konsumsi daya total sebesar 46 watt untuk TL 36 watt dan membutuhkan konsumsi daya total sebesar 27,5 watt untuk TL 18 watt. Sedangkan selebihnya menggunakan lampu jenis CFL (Compact Flourecent Lamp) lampu gas dengan ballast elektronik dengan konsumsi daya yang cukup bervariasi mulai dari 9 watt sampai dengan 75 watt dan beberapa masih ada yang menggunakan lampu pijar. Untuk penerangan kawasan ada yang menggunakan lampu TL, CFL, Mercury, dan lampu LED.

Dari data beban kelistrikan, persentase beban penerangan pada kompleks gedung Politeknik Negeri Pontianak mencapai 7,68% dari beban terpasang total.

Tabel 5.10 Data Beban/Lampu Penerangan Pada Kompleks Gedung POLNEP

| No              | Lokasi (Area)  | Jenis/<br>Type | Jumlah<br>(unit) | Daya<br>(watt) | Jlh Daya<br>(watt) | Intensitas<br>(Lux) | Luas (m <sup>2</sup> ) |
|-----------------|--|----------------|------------------|----------------|--------------------|---------------------|------------------------|
| 1               | 2  | 3              | 4                | 5              | 6                  | 7                   | 8                      |
| 1               | Gedung Administrasi<br>(Gd. Direktorat)                | TL             | 18               | (2x18)         | 680                | 240                 | 2535                   |
|                 |  | SL             | 10               | 75             | 750                |                     |                        |
|                 |  | SL             | 22               | 20             | 440                |                     |                        |
|                 |  | SL             | 290              | 18             | 5220               |                     |                        |
|                 |  | SL             | 47               | 9              | 423                |                     |                        |
|                 |  | HL             | 2                | 100            | 200                |                     |                        |
| <b>Jumlah 1</b> |  |                | <b>389</b>       |                | <b>7713</b>        |                     |                        |
| 2               | Gedung Akademik Lama<br>(Gd. Kuliah AK)                | TL             | 25               | (1x36)         | 900                | 200                 | 3045                   |
|                 |  | TL             | 111              | (2x36)         | 7992               |                     |                        |
|                 |  | TL             | 3                | (1x18)         | 54                 |                     |                        |
|                 |  | SL             | 138              | 18             | 2484               |                     |                        |
|                 |  | SL             | 23               | 22             | 506                |                     |                        |
|                 |  | HL             | 4                | 100            | 400                |                     |                        |
| <b>Jumlah 2</b> |  |                | <b>304</b>       |                | <b>12336</b>       |                     |                        |
| 3               | Gedung Administrasi<br>Jurusan dan Dosen<br>(Rekayasa) | TL             | 16               | (1x36)         | 576                | 200                 | 1000                   |
|                 |  | SL             | 48               | 18             | 864                |                     |                        |
|                 |  | SL             | 82               | 14             | 1148               |                     |                        |
| <b>Jumlah 3</b> |  |                | <b>146</b>       |                | <b>2588</b>        |                     |                        |
| 4               | Gedung Auditorium                                      | TL             | 6                | (2x36)         | 432                | 240                 | 1275                   |
|                 |  | TL             | 9                | (1x18)         | 162                |                     |                        |
|                 |  | SL             | 26               | 75             | 1950               |                     |                        |
|                 |  | SL             | 3                | 50             | 150                |                     |                        |
|                 |  | SL             | 4                | 18             | 72                 |                     |                        |
|                 |  | SL             | 109              | 15             | 1635               |                     |                        |
|                 |  | SL             | 20               | 14             | 280                |                     |                        |
| <b>Jumlah 4</b> |  |                | <b>177</b>       |                | <b>4681</b>        |                     |                        |
| 5               | Perpustakaan   | TL             | 34               | (1x36)         | 1224               | 240                 | 480                    |
|                 |  | SL             | 19               | 23             | 437                |                     |                        |
| <b>Jumlah 5</b> |  |                | <b>53</b>        |                | <b>1661</b>        |                     |                        |
| 6               | Laboratorium AB  | TL             | 14               | (2x36)         | 1008               | 200                 | 306                    |
| <b>Jumlah 6</b> |  |                | <b>14</b>        |                | <b>1008</b>        |                     |                        |
| 7               | Minishop AB  | TL             | 2                | (2x36)         | 144                | 200                 | 144                    |
| <b>Jumlah 7</b> |  |                | <b>2</b>         |                | <b>144</b>         |                     |                        |
| 8               | Gardu Listrik 240 kVA<br>(Ruang Genset 1)              | SL             | 3                | 9              | 27                 | 200                 | 48                     |
|                 |  | SL             | 3                | 18             | 54                 |                     |                        |

|                  |                                       |       |            |        |             |     |      |
|------------------|---------------------------------------|-------|------------|--------|-------------|-----|------|
| <b>Jumlah 8</b>  |                                       |       | <b>6</b>   |        | <b>81</b>   |     |      |
| 9                | Gedung Jurusan /<br>Laboratorium TPHP | SL    | 132        | 15     | 1980        | 200 | 1116 |
|                  |                                       | SL    | 12         | 11     | 132         |     |      |
|                  |                                       | SL    | 26         | 9      | 234         |     |      |
|                  |                                       | Pijar | 12         | 5      | 60          |     |      |
| <b>Jumlah 9</b>  |                                       |       | <b>182</b> |        | <b>2406</b> |     |      |
| 10               | Ruang Kuliah IKP                      | TL    | 12         | (2x36) | 864         | 200 | 217  |
|                  |                                       | TL    | 6          | (2x18) | 216         |     |      |
|                  |                                       | SL    | 8          | 18     | 144         |     |      |
| <b>Jumlah 10</b> |                                       |       | <b>26</b>  |        | <b>1224</b> |     |      |
| 11               | Gedung ETU                            | SL    | 3          | 30     | 90          | 190 | 608  |
|                  |                                       | SL    | 48         | 20     | 960         |     |      |
| <b>Jumlah 11</b> |                                       |       | <b>51</b>  |        | <b>1050</b> |     |      |
| 12               | Masjid                                | TL    | 2          | (2x18) | 72          | 180 | 407  |
|                  |                                       | TL    | 3          | (1x18) | 54          |     |      |
|                  |                                       | SL    | 8          | 14     | 112         |     |      |
|                  |                                       | SL    | 11         | 18     | 198         |     |      |
|                  |                                       | SL    | 6          | 75     | 450         |     |      |
| <b>Jumlah 12</b> |                                       |       | <b>30</b>  |        | <b>886</b>  |     |      |
| 13               | Bank BRI                              | SL    | 15         | 18     | 270         | 200 | 60   |
| <b>Jumlah 13</b> |                                       |       | <b>15</b>  |        | <b>270</b>  |     |      |
| 14               | Bank Syariah Mandiri                  | SL    | 19         | 18     | 342         | 200 | 60   |
| <b>Jumlah 14</b> |                                       |       | <b>19</b>  |        | <b>342</b>  |     |      |
| 15               | Koperasi (KOPMA)                      | TL    | 1          | (1x18) | 18          | 200 | 200  |
|                  |                                       | SL    | 8          | 14     | 112         |     |      |
| <b>Jumlah 15</b> |                                       |       | <b>9</b>   |        | <b>130</b>  |     |      |
| 16               | Gedung Jurusan Arsitek                | TL    | 1          | (1x18) | 18          | 200 | 2728 |
|                  |                                       | TL    | 1          | (1x36) | 36          |     |      |
|                  |                                       | TL    | 62         | (2x36) | 4464        |     |      |
|                  |                                       | SL    | 4          | 85     | 340         |     |      |
|                  |                                       | SL    | 36         | 18     | 648         |     |      |
|                  |                                       | Pijar | 1          | 40     | 40          |     |      |
| <b>Jumlah 16</b> |                                       |       | <b>105</b> |        | <b>5546</b> |     |      |
| 17               | Gedung Kuliah / Teori                 | TL    | 42         | (1x36) | 1512        | 200 | 3200 |
|                  |                                       | TL    | 25         | (2x36) | 1800        |     |      |
|                  |                                       | TL    | 8          | (1x18) | 144         |     |      |
|                  |                                       | SL    | 46         | 18     | 828         |     |      |
|                  |                                       | SL    | 8          | 14     | 112         |     |      |
| <b>Jumlah 17</b> |                                       |       | <b>129</b> |        | <b>4396</b> |     |      |
| 18               | Bengkel Listrik                       | TL    | 43         | (2x36) | 3096        | 200 | 716  |

|                  |  |       |            |         |              |     |      |
|------------------|--|-------|------------|---------|--------------|-----|------|
|                  |  | TL    | 45         | (1x36)  | 1620         |     |      |
|                  |  | SL    | 6          | 18      | 108          |     |      |
| <b>Jumlah 18</b> |  |       | <b>94</b>  |         | <b>4824</b>  |     |      |
| 19               | Laboratorium<br>IKP/Perikanan                              | TL    | 12         | (1x36)  | 432          | 200 | 532  |
|                  |  | SL    | 23         | 18      | 414          |     |      |
|                  |  | SL    | 6          | 9       | 54           |     |      |
| <b>Jumlah 19</b> |  |       | <b>41</b>  |         | <b>900</b>   |     |      |
| 20               | UPT PP   | SL    | 2          | 75      | 150          | 200 | 160  |
|                  |  | SL    | 3          | 42      | 126          |     |      |
|                  |  | SL    | 2          | 18      | 36           |     |      |
| <b>Jumlah 20</b> |  |       | <b>7</b>   |         | <b>312</b>   |     |      |
| 21               | Gedung Perlengkapan<br>(UPT Bahasa / Gudang /<br>Logistik) | SL    | 41         | 18      | 738          | 200 | 370  |
|                  |  | SL    | 8          | 9       | 72           |     |      |
| <b>Jumlah 21</b> |  |       | <b>49</b>  |         | <b>810</b>   |     |      |
| 22               | Bengkel Sipil  | TL    | 1          | (1x18)  | 18           | 200 | 1376 |
|                  |  | SL    | 29         | (1x36)  | 1044         |     |      |
|                  |  | SL    | 84         | (2x36)  | 6048         |     |      |
|                  |  | SL    | 37         | 18      | 666          |     |      |
| <b>Jumlah 22</b> |  |       | <b>151</b> |         | <b>7776</b>  |     |      |
| 23               | Bengkel Mesin /Mekanik                                     | TL    | 17         | (1x36)( | 612          | 220 | 1456 |
|                  |  | TL    | 128        | 2x36)   | 9216         |     |      |
|                  |  | SL    | 81         | 18      | 1458         |     |      |
|                  |  | Pijar | 2          | 40      | 80           |     |      |
| <b>Jumlah 23</b> |  |       | <b>228</b> |         | <b>11366</b> |     |      |
| 24               | Ged. Jurusan /Lab. Mesin                                   | TL    | 24         | (2x36)  | 1728         | 220 | 781  |
|                  |  | TL    | 16         | (1x36)  | 576          |     |      |
|                  |  | TL    | 12         | (1x18)  | 216          |     |      |
|                  |  | SL    | 20         | 32      | 640          |     |      |
|                  |  | SL    | 28         | 18      | 504          |     |      |
| <b>Jumlah 24</b> |  |       | <b>100</b> |         | <b>3664</b>  |     |      |
| 25               | Gardu Listrik 400 kVA<br>(Ruang Genset 2)                  | TL    | 4          | (1x36)  | 144          | 180 | 120  |
|                  |  | SL    | 4          | 18      | 72           |     |      |
|                  |  | SL    | 3          | 9       | 27           |     |      |
| <b>Jumlah 25</b> |  |       | <b>11</b>  |         | <b>243</b>   |     |      |
| 26               | Laboratorium Sipil   | TL    | 60         | (2x36)  | 4320         | 200 | 1024 |
|                  |  | TL    | 11         | (2x18)  | 396          |     |      |
|                  |  | SL    | 16         | 18      | 288          |     |      |
| <b>Jumlah 26</b> |  |       | <b>87</b>  |         | <b>5004</b>  |     |      |
| 27               | Laboratorium Listrik                                       | TL    | 43         | (2x36)  | 3096         | 200 | 206  |
|                  |  | TL    | 1          | (1x36)  | 36           |     |      |
|                  |  | SL    | 14         | 18      | 252          |     |      |
|                  |  | Pijar | 7          | 40      | 280          |     |      |
| <b>Jumlah 27</b> |  |       | <b>65</b>  |         | <b>3664</b>  |     |      |

|                  |                                       |  |                                     |   |  |     |      |
|------------------|---------------------------------------|--|-------------------------------------|---|--|-----|------|
| 28               | Gd. Jurusan IKP /<br>Laboratorium IKP | SL<br>SL                                 | 114<br>9                            | 18<br>9   | 2052<br>81                                     | 200 | 1040 |
| <b>Jumlah 28</b> |                                       |  | <b>123</b>                          |   | <b>2133</b>                                    |     |      |
| 29               | Laboratorium IT                       | TL<br>SL                                 | 49<br>18                            | (2x18)<br>18                                      | 1764<br>324                                    | 200 | 259  |
| <b>Jumlah 29</b> |                                       |  | <b>67</b>                           |   | <b>2088</b>                                    |     |      |
| 30               | Laboratorium ELKA                     | TL<br>TL<br>SL<br>Pijar                  | 33<br>3<br>1<br>4                   | (1x36)<br>(2x36)<br>18<br>5                       | 1188<br>216<br>18<br>20                        | 200 | 365  |
| <b>Jumlah 30</b> |                                       |  | <b>41</b>                           |   | <b>1442</b>                                    |     |      |
| 31               | Asrama Mahasiswa/<br>Rusunawa         | TL<br>TL<br>SL SL                        | 32<br>40<br>176<br>257              | (1x36)<br>(1x18)<br>20<br>18                      | 1152<br>720<br>3520<br>4626                    | 200 | 6000 |
| <b>Jumlah 31</b> |                                       |  | <b>505</b>                          |   | <b>10018</b>                                   |     |      |
| 32               | Perumahan Karyawan                    | SL<br>SL                                 | 48<br>32                            | 18<br>9   | 864<br>288                                     | 180 | 1200 |
| <b>Jumlah 32</b> |                                       |  | <b>80</b>                           |   | <b>1152</b>                                    |     |      |
| 33               | Pabrik Mini Sawit                     | TL<br>ML                                 | 4<br>8                              | (2x36)<br>150                                     | 288<br>1200                                    | 200 | 300  |
| <b>Jumlah 33</b> |                                       |  | <b>12</b>                           |   | <b>1488</b>                                    |     |      |
| 34               | Kantin                                | TL<br>TL<br>SL<br>SL                     | 6<br>1<br>6<br>9                    | (1x18)<br>(2x36)<br>18<br>11                      | 108<br>72<br>108<br>99                         | 180 | 340  |
| <b>Jumlah 34</b> |                                       |  | <b>22</b>                           |   | <b>387</b>                                     |     |      |
| 35               | Pos Satpam                            | SL<br>SL                                 | 3<br>1                              | 18<br>9   | 54<br>9  | 200 | 24   |
| <b>Jumlah 35</b> |                                       |  | <b>4</b>                            |   | <b>63</b>                                      |     |      |
| 36               | Selasar                               | TL<br>SL                                 | 65<br>2                             | (1x18)<br>25                                      | 1170<br>50                                     | 200 | 1242 |
| <b>Jumlah 36</b> |                                       |  | <b>67</b>                           |   | <b>1220</b>                                    |     |      |
| 37               | Taman/Pendopo                         | SL                                       | 19                                  | 18  | 342  | 200 | -    |
| <b>Jumlah 37</b> |                                       |  | <b>19</b>                           |   | <b>342</b>                                     |     |      |
| 38               | Jalan /Lingkungan (PJU)               | TL<br>TL<br>SL<br>HL<br>ML<br>LED<br>LED | 6<br>24<br>29<br>5<br>22<br>13<br>2 | (1x36)<br>(1x18)<br>25<br>100<br>150<br>60<br>120 | 216<br>432<br>725<br>500<br>3300<br>780<br>240 | -   | -    |

|                     |                  |             |   |               |   |              |
|---------------------|------------------|-------------|---|---------------|---|--------------|
|                     | <b>Jumlah 38</b> | <b>101</b>  |   | <b>6193</b>   |   |              |
| <b>Jumlah Total</b> |                  | <b>3531</b> | - | <b>111521</b> | - | <b>34940</b> |

Sumber : Data hasil survey, pengukuran dan data sekunder

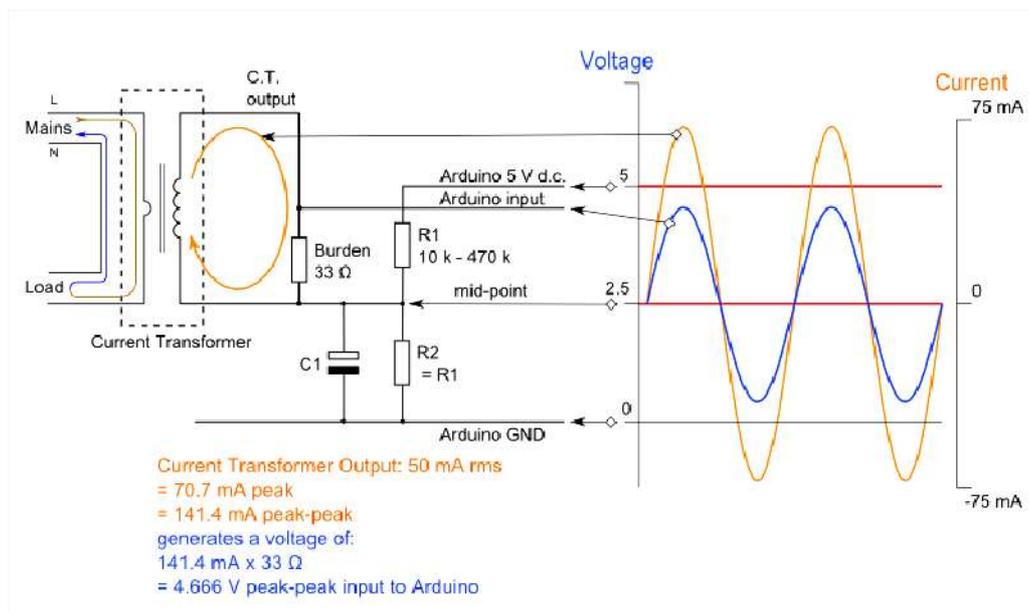
#### 4. Alat Ukur Arus Berbasis Wireless Sensor Network

Persyaratan untuk satu audit energi seperti identifikasi dan perhitungan energi mengharuskan pengukuran-pengukuran, dimana pengukuran ini menggunakan instrumen-instrumen. Instrumen-instrumen ini harus fleksibel, tahan lama mudah untuk dioperasikan dan secara ekonomis relatif murah. Secara umum parameter-parameter yang dimonitor selama audit energi meliputi : Parameter dasar kelistrikan di arus bolak balik (AC) dan arus searah (DC), sistem tegangan (V), arus (Ampere), faktor daya , Daya Aktif (kWh), Daya Semu (kVA), Daya Reaktif (KVA<sub>r</sub>), Konsumsi Energi (kWh), Frekuensi (Hz), dan lain-lain.

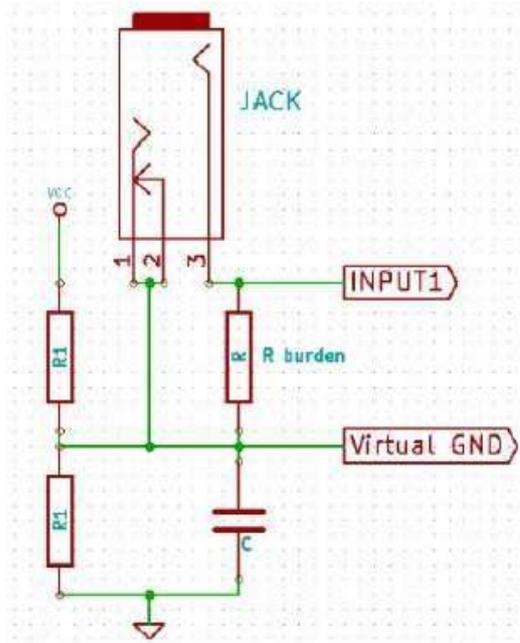
Pada penelitian ini menggunakan alat ukur arus berbasis WSN yang akan memonitor nilai arus bolak balik (AC). Data hasil pengukuran akan dikirim melalui cloud computing ke komputer pusat untuk diolah lebih lanjut. Adapun tahapan dalam pembuatan alat ukur ini adalah:

- a. Membuat rangkaian antar muka sensor dan ESpectro

Sensor yang digunakan adalah Current Transformers (CTs) SCT-013 yang dapat digunakan untuk mengukur arus bolak balik hingga 100 Ampere. Rangkaian antar muka SCT-013 dengan arduino dapat dilihat pada gambar 5.7 berikut.

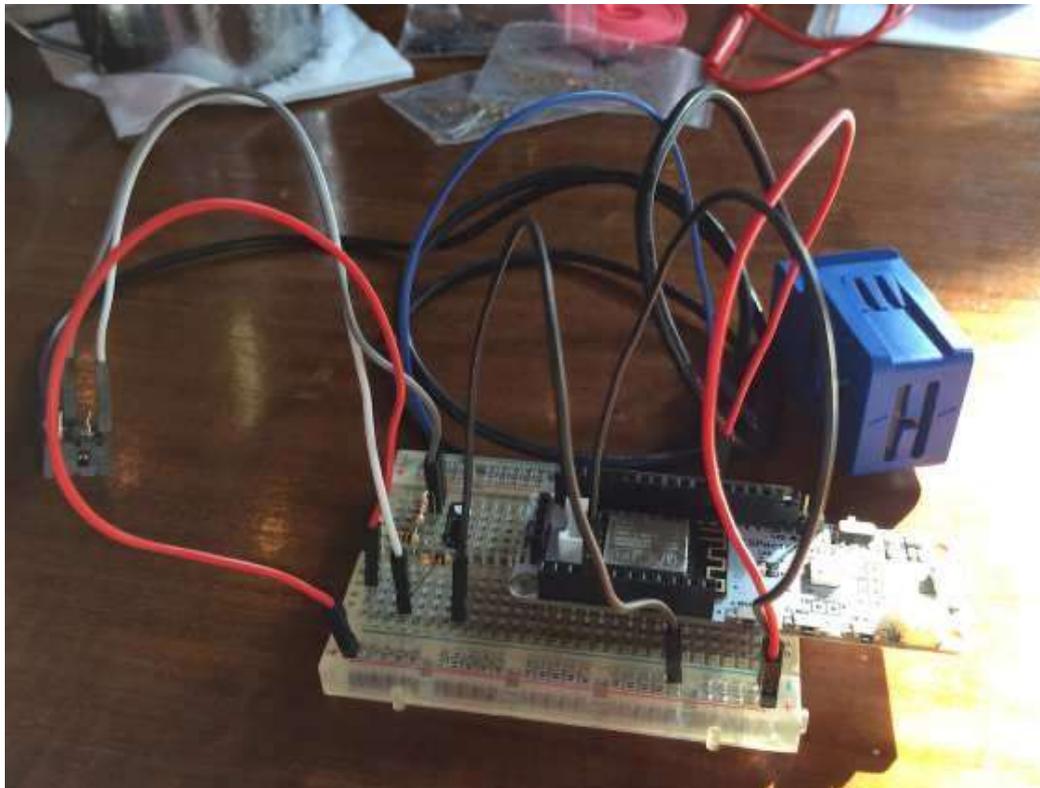


Gambar 5.7 Rancangan antarmuka arduino dan sensor SCT-013  
(sumber: <https://openenergymonitor.org/forum-archive/node/156.html>)



Gambar 5.8 Rangkaian konektor sensor menggunakan jack audio  
(Sumber: Procodec Sensor Data Acquisition Remote Training v0.8)

Dari rancangan tersebut dibuatlah rangkaian dengan spesifikasi nilai  $R_1 = R_2 = 10\text{ K}\Omega$ , Nilai R beban =  $33\Omega$ , dan nilai kapasitor  $C_1$  sebesar  $10\mu\text{F}$  yang dapat dilihat pada gambar 5.9 berikut.



Gambar 5.9 Rangkaian Sensor CT SCT-013 berbasis WSN

b. Instalasi perangkat lunak Arduino pada PC

Setelah membuat rangkaian maka langkah berikutnya adalah dengan menginstal perangkat lunak

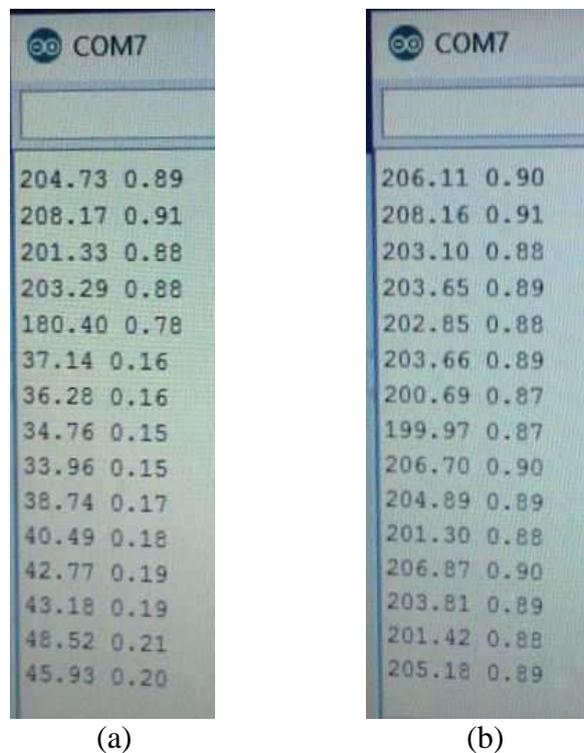
c. Mengkoneksikan alat dan PC

Untuk menggunakan modul board ESPectro terlebih dahulu harus menyiapkan sebuah kabel konektor ke port USB komputer. Kemudian mengunduh perangkat lunak yang ada di bawah ini:

- Arduino Software
- CLION
- Platform IO IDE
- EspX library
- PubSubClient
- Adafruit BMP
- MQTT.fx.
- AzureIoT HubMQTT

d. Pengujian alat dalam pengukuran arus

Pengujian alat ukur ini dilakukan dengan mengukur arus yang melewati kabel listrik dengan beban sebesar 8 Watt.



Gambar 5.10 Hasil uji alat ukur sensor arus berbasis WSN

Dapat dilihat pada gambar 5.10 (a) dan (b) di atas terdapat dua kolom pada masing-masing gambar. Kolom pertama merupakan nilai tegangan yang terukur dan kolom kedua merupakan nilai arus yang melewati beban. Pada gambar (a) nilai arus mencapai 0,16 dikarenakan lampu dimatikan sehingga tidak ada arus yang melewati lampu tersebut. Sebaliknya pada gambar (b) nilai arus mencapai 0,90 yang dikarenakan saat itu lampu dalam keadaan hidup sehingga terdapat sensor mendeteksi adanya arus yang melewati beban.

## **5. Koordinasi dengan TPM**

Pada penelitian ini terdapat dua komponen peneliti, yaitu Tim Peneliti Pengusul (TPP) yaitu POLNEP dan Tim Peneliti Mitra (TPM) yang dalam hal ini adalah Institut Teknologi Bandung (ITB). Hasil pengumpulan data dan penghitungan IKE yang telah dilakukan sebelumnya kemudian disampaikan ke pihak TPM, dan diperoleh kesimpulan seperti berikut:

- a. Seiring dengan perkembangan teknologi dalam hal peralatan listrik seperti teknologi LED dan Inverter, maka disarankan untuk mengupdate standar IKE yang digunakan pada penelitian ini.
- b. Memberikan arahan penelitian agar lebih bermanfaat untuk penggunaan pada Smart Building atau Gedung Pintar.
- c. Menggunakan metode pengambilan keputusan untuk menentukan prioritas penggunaan komponen peralatan listrik berdasarkan data arus listrik dan pengguna yang dalam hal ini adalah civitas akademika POLNEP.

### **5.2. Luaran Yang Dicapai**

Luaran yang telah dicapai selama tahun pertama penelitian adalah :

1. Mengikuti seminar sekaligus sebagai pemakalah pada Seminar Nasional Sistem Informasi dan Teknologi dengan tema “ Cloud Computing dan Big Data for Technopreneurship” yang diselenggarakan di Padang pada tanggal 23 September 2017.
2. Mengikuti seminar sekaligus sebagai pemakalah pada Seminar Nasional Pendidikan MIPA dan Teknologi dengan tema “ Peningkatan Mutu Pendidikan MIPA dan Teknologi untuk Menunjang Pembangunan Berkelanjutan” yang diselenggarakan di Pontianak pada tanggal 14 Oktober 2017.
3. Publikasi makalah pada Prosiding Seminar Nasional Sistem Informasi dan Teknologi ISSN 25973584 Website : [www.iaii.or.id](http://www.iaii.or.id) dengan judul “ Penentuan Prioritas Efisiensi Energi Listrik Menggunakan Metode Fuzzy Logic “

4. Model berupa *Custom Current Sensor* berbasis *Wireless Sensor Network*
5. Book Chapter sebagai bahan pengayaan pada mata kuliah Pemrograman 2 yang berjudul “Akuisisi Data Menggunakan Espectro dan Delphi 7”
6. Draft makalah untuk publikasi Jurnal yang berjudul “Akuisisi Data Audit Energi Awal Komplek Gedung Perkuliahan dengan Bantuan Sensor Arus”.

## **BAB 6. RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA**

Pada tahun ke-2 penelitian akan dititik beratkan pada :

1. Melakukan duplikasi dan pengembangan alat Custom Current Sensor untuk ditempatkan di beberapa gedung. Membangun koneksi antar sensor menggunakan wifi dan cloud computing.
2. Melakukan analisa data pengukuran pada empat gedung yang memiliki karakter sesuai dengan tipe-tipe gedung yang ada di POLNEP, yaitu gedung administrasi, gedung perkuliahan, laboratorium, dan bengkel. Dari 4 tipe gedung tersebut, akan diwakili dengan gedung Laboratorium Teknik Informatika, Laboratorium Teknik Elektronika, Bengkel Listrik, dan Gedung Administrasi Jurusan Teknik Elektro untuk mewakili keseluruhan gedung yang ada di POLNEP.
3. Melengkapi data fisik dengan data subyektif berupa hasil pengolahan data dari kuisioner tentang tingkat kepuasan pengguna terhadap penggunaan energi listrik dan pengurangan penggunaan energi listrik kepada perwakilan komponen civitas akademika di POLNEP. Dilanjutkan dengan melakukan simulasi efisiensi penggunaan energi listrik sesuai dengan prioritas kemudian menggunakan metode fuzzy logic untuk menentukan prioritas komponen peralatan listrik yang dapat dikurangi atau tidak dapat dikurangi penggunaannya, sehingga diperoleh rata-rata efisiensi dari pengurangan penggunaan energi listrik yang diusulkan.
4. Melaporkan hasil penelitian ini kepada pihak manajemen POLNEP untuk ditindak lanjuti.

## **BAB 7. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **7.1 Kesimpulan**

1. Dari hasil audit energi awal maka diperoleh data hasil perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik per satuan luas kotor (*gross*) kompleks bangunan gedung Politeknik Negeri Pontianak berdasarkan data sekunder konsumsi energi dari rekening pembayaran listrik pada tahun 2014 yaitu sebesar 63,37 kWh/m<sup>2</sup> per tahun, tahun 2015 sebesar 62,30 kWh/m<sup>2</sup> per tahun dan pada tahun 2016 sebesar 44,79 kWh/m<sup>2</sup> per tahun. Angka IKE tersebut masih berada jauh dibawah batas standar (target IKE) yang ditentukan sehingga bisa dikatakan bahwa nilai IKE ini masih sangat efisien.
2. Seiring dengan perkembangan teknologi maka dibangunlah alat ukur arus berbasis WSN yang dapat mengukur arus AC hingga mencapai 100A yang akan digunakan sebagai pembanding alat ukur arus yang telah ada. Sehingga dapat diperoleh referensi alat ukur yang sesuai dengan keadaan di POLNEP.
3. Luaran hasil penelitian yang ditargetkan pada pengajuan proposal dapat dipenuhi oleh Tim Peneliti, bahkan buku ajar / *book chapter* yang semula tidak ditargetkan untuk menjadi luaran dapat dihasilkan untuk pengayaan materi pada mata kuliah Pemrograman 2.

### **7.2 Saran**

Pada kegiatan diskusi dengan TPM disarankan dari pihak TPM agar pihak TPP mengupdate standarisasi IKE yang digunakan disesuaikan dengan perkembangan teknologi, selain itu juga disarankan untuk menggunakan metode pengambilan keputusan untuk menentukan prioritas penggunaan peralatan listrik sehingga diperoleh efisiensi penggunaan peralatan listrik yang maksimal sesuai dengan keadaan di POLNEP.

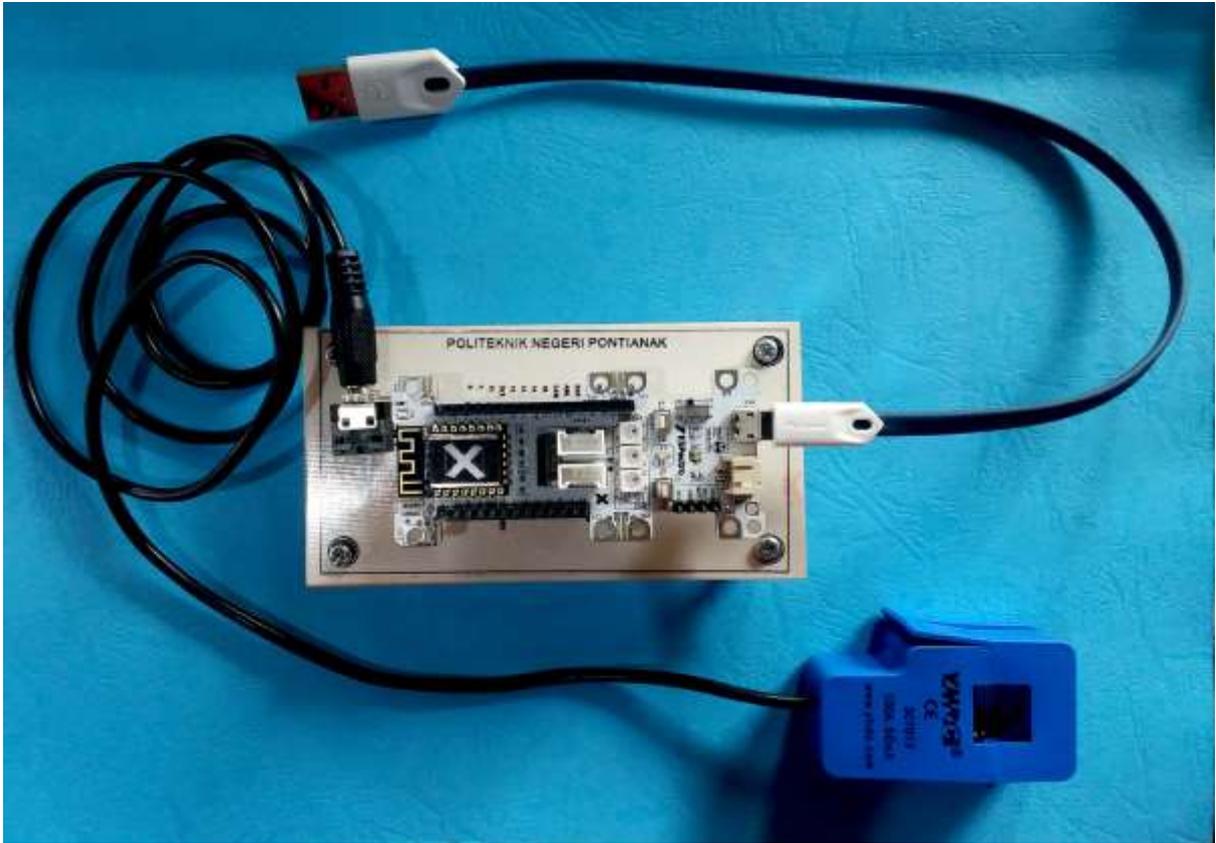
## DAFTAR PUSTAKA

- [1] IEA. 2014. *Global Tracking Framework. International Energy Agency. Worldbank.*
- [2] BPPT, 2014. Outlook Energi Indonesia 2014. Jakarta. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.
- [3] ICED, 2013. *Energy Management System.* Makalah pada seminar *Hotel Benchmarking Tools and Strategic Energy Management Pilot Program.* Jakarta. USAID
- [4] Tim Audit energi, 2013. *Laporan Audit Energi Polnep tahun 2013.* Pontianak.
- [5] Putri, A.D, Sugiono, 2013, Pemilihan Alternatif Peluang Hemat Energi Listrik Dengan pendekatan metode ANP dan PROMETHEE, malang, Universitas Brawijaya
- [6] Adipramadan, T.R., Ciptomulyono, U., (2012), Audit Energi dengan Pendekatan Metode MCDM-PROMETHEE untuk Konservasi serta Efisiensi Listrik di Rumah Sakit Haji Surabaya, Unpublished Thesis, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- [7] Apriyanto, H., Ciptomulyono., U., (2012), audit Energi dan Analisis Pemilihan Alternatif Manajemen energy Hotel dengan Pendekatan Metode MCDM-PROMETHEE, Unpublished Thesis, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- [8] ESDM. 2012. *Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia No. 13 tahun 2014 tentang Penghematan Pemakaian Tenaga Listrik.* Jakarta. Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral
- [9] ESDM. 2012. *Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia No.14 tahun 2012 tentang Manajemen Energi.* Jakarta. Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral
- [10] Inpres No. 10. 2005. Penghematan Energi. Jakarta. Bidang Hukum dan Perundang-undangan RI.
- [11] .....,2012. Peran Masyarakat Dalam Mendukung Kebijakan Konservasi Energi. Makalah disampaikan pada Temu Masyarakat Standarisasi Indonesia dan Seminar Nasional Peran Standar Menuju Efisiensi Energi. Jakarta. META
- [12] .....,2012.*Statuta Politeknik Negeri Pontianak.* Jakarta. Kementerian Pendidikan Nasional.
- [13] PP No. 70.2009. Penghematan Energi. Jakarta. Bidang Hukum dan Perundang-undangan RI
- [14] SNI 03-6197-2000. *Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan.* Jakarta. Badan Standarisasi Nasional
- [15] SNI 03-6390-2000. Konservasi Energi Sistem Tata Udara pada Bangunan Gedung. Jakarta. Badan Standarisasi Nasional.
- [16] T.L. Saaty, "Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with The Analytic Hierarchy Proses". Pittsburg: RWS Publications (1994)
- [17] Suryana,2010. *Metodologi Penelitian.* Buku Ajar. Universitas Indonesia
- [18] UNEP,2011. Pedoman Efisiensi Energi Untuk Industri di Asia. Jakarta. Terjemahan publikasi UNEP & BPPT
- [19] Vesma,Vilnis.2009. *Energy Management "Principles and Practice".*London. British Standards Institution.
- [20] Hill, J., L., "Sistem Architecture for Wireless Sensor Networks", Disertasi, Universitas California, Berkeley, 2003
- [21] Divya et.al., "Network Topologies in Wireless Sensor Networks: A Review", IJECT Vol. 4, Issue SPL - 3, April - June 2013

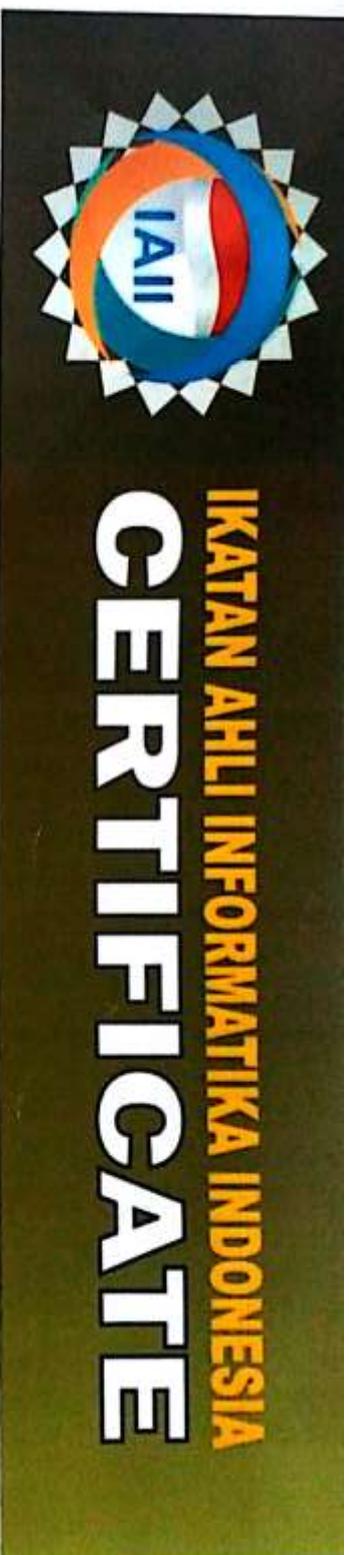
- [22] Sibarani M., "Implementasi Sistem Wireless Sensor Network Berbasis Internet Protokol (IP) untuk Pemantauan Tingkat Polusi Udara", Tugas Akhir, Program Studi Teknik Elektro, Departemen Tekni, Elektro, Fakultas Teknik Universitas Indonesia, 2008
- [23] Tim. "Procodecg Sensor Data Acquisition Remote Training 0.8", Procodecg, Bandung, 2017
- [24] Dycodex, "Buku Panduan ESpectro Development Board", [Online pdf], <https://shop.makestro.com/product/espectro-core/> (diakses pada tanggal 13 September 2017, pukul 21.40 WIB)

# **LAMPIRAN**

# SENSOR ARUS



# SERTIFIKAT



Diberikan Kepada

**Mariana, ST., MT**

Atas kehadiran dan partisipasi sebagai

## **Pemakalah**

Seminar Nasional Sistem Informasi dan Teknologi (SISFOTEK) 2017, dengan Judul

Pemantauan Data Pemakaian Beban Menggunakan Jaringan Sensor Nirkabel Dengan Dukungan Keputusan Untuk Efisiensi Energi

di Sofyan Inn Hotel Rangkayo Basa  
Padang – Indonesia  
DPW Sumatera Barat

Date of achievement : 23 September 2017  
Register Number : IAI-SNS3.17.09-2.052



Bambang Hariyanto  
Ketua Umum



**Seminar Nasional**  
IAII-SNS3.17.09-2

# SERTIFIKAT

NO : 001/SNFPMT1/X/2017

Diberikan Kepada

Mariana Syamsudin

Atas Partisipasinya Sebagai

*Pemakalah*

Dalam Kegiatan Seminar Nasional Pendidikan MIPA dan Teknologi  
IKIP PGRI Pontianak 2017

"Peningkatan Mutu Pendidikan Mipa dan Teknologi  
Untuk Menujang Pembangunan Berkelanjutan"  
Pontianak, 14 Oktober 2017

Judul Makalah :

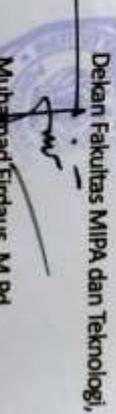
Kajian Penggunaan *Wireless Sensor Network* untuk *Real-Time Monitoring* Penggunaan Energi Listrik di  
Politeknik Negeri Pontianak



SNPMT I

  
Ketua Panitia  
Yudi Darma, M.Pd  
NIP.2012 2010 079

  
Rektor IKIP PGRI Pontianak,  
Prof. Dr. H. Samion H. Ar, M.Pd  
NIP. 39620712 198703 1 002

  
Dekan Fakultas MIPA dan Teknologi,  
Muhammad Firdaus, M.Pd.  
NIP. 202 2007 040

# SERTIFIKAT

NO : 001/SNFPMT1/X/2017

Diberikan Kepada

Yunita

Atas Partisipasinya Sebagai

*Pemakalah*

Dalam Kegiatan Seminar Nasional Pendidikan MIPA dan Teknologi  
IKIP PGRI Pontianak 2017

"Peningkatan Mutu Pendidikan Mipa dan Teknologi  
Untuk Meningkatkan Pembangunan Berkelanjutan"  
Pontianak, 14 Oktober 2017

Judul Makalah :

Kajian Penggunaan *Wireless Sensor Network* untuk *Real-Time Monitoring* Penggunaan Energi Listrik di  
Politeknik Negeri Pontianak



Ketua Panitia,

Yudi Daryma, M.Pd  
NPP: 202 2010 079

Pekery IKIP PGRI Pontianak,

Prof. Dr. H. Samion H. Ar, M.Pd  
NIP: 19620712 198703 1 002

Dean Fakultas MIPA dan Teknologi,

Muhammad Firdaus, M.Pd.  
NPP: 201 2007 040

# DRAFT MAKALAH UNTUK PUBLIKASI JURNAL

## Akuisisi Data Audit Energi Awal Komplek Gedung Perkuliahan Menggunakan Sensor Arus

Mariana Syamsudin<sup>1</sup>, Wendhi Yuniarto<sup>2</sup>, Yunita<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro, Teknik Informatika, Politeknik Negeri Pontianak, marianasyamsudin@gmail.com

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Elektro, Teknik Elektronika, Politeknik Negeri Pontianak, [wendhi\\_yuniarto@yahoo.co.id](mailto:wendhi_yuniarto@yahoo.co.id)

<sup>3</sup>Jurusan Teknik Elektro, Teknik Elektronika, Politeknik Negeri Pontianak, yunita.florez@gmail.com

### Abstrak

Politeknik merupakan lembaga pendidikan vokasi yang memiliki kekhususan dalam intensitas konsumsi energi listrik. Bangunan gedung Politeknik Negeri Pontianak (POLNEP) menggunakan sumber energi listrik yang disuplai oleh PT. PLN (Persero) sebagai suplai utama dan merupakan konsumen TM (tegangan menengah). Dilihat dari data beban kelistrikan, prosentase beban terpasang terhadap variasi beban menunjukkan bahwa sebagian besar atau 45,76% dari keseluruhan beban kelistrikan pada kompleks bangunan gedung Politeknik Negeri Pontianak adalah beban pada peralatan praktek (laboratorium dan bengkel).

Kegiatan audit energi di POLNEP dimaksudkan untuk mengetahui kondisi nyata sistem kelistrikan serta dengan melakukan langkah audit energi akan dapat diketahui profil penggunaan energi (penggunaan energi aktual gedung dan perangkatnya) serta mengetahui peluang penghematan energi yang paling tepat, tanpa mengurangi kualitas, kenyamanan dan tingkat pelayanan. Untuk mempermudah kegiatan pengumpulan dan validasi data kelistrikan gedung digunakan sensor arus (*Custom Current Sensor*).

Hasil dari audit energi awal yang telah dilakukan, diperoleh data hasil perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik per satuan luas kotor (*gross*) kompleks bangunan gedung Politeknik Negeri Pontianak berdasarkan data sekunder konsumsi energi dari rekening pembayaran listrik pada tahun 2014 yaitu sebesar 63,37 kWh/m<sup>2</sup> per tahun, tahun 2015 sebesar 62,30 kWh/m<sup>2</sup> per tahun dan pada tahun 2016 sebesar 44,79 kWh/m<sup>2</sup> per tahun. Angka IKE tersebut masih berada jauh dibawah batas standar (target IKE) yang ditentukan sehingga dapat dikatakan bahwa nilai IKE ini masih sangat efisien.

Kata Kunci : Audit Energi, Politeknik, Sensor Arus

### 1. Pendahuluan

Energi merupakan kebutuhan dasar dalam mendukung kegiatan masyarakat khususnya dalam kegiatan ekonomi, pendidikan dan sosial masyarakat. Khusus di Indonesia, upaya konservasi energi ini sangatlah penting mengingat besarnya perbandingan antara sisi pengguna dan penyedia. Sebagian besar suplai energi listrik di Indonesia masih tergantung dengan suplai dari PT. PLN Persero dan sumberdaya yang dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik berasal dari sumberdaya alam tidak terbarukan (*fossil fuel*). Sementara dari sisi pengguna menggantungkan semua kegiatan dengan bantuan listrik. Kondisi ini menyebabkan kelangkaan dan mahalnya harga energi sehingga dapat menjadi pemicu permasalahan nasional dan global yang berdampak luas bagi kehidupan masyarakat, baik untuk keperluan rumah tangga, industri, pendidikan dan transportasi.

Seiring dengan permasalahan energi yang muncul, maka perlu dilakukan efisiensi dan evaluasi penggunaan energi. Pelaksanaan penghematan energi disektor pendidikan juga menjadi perhatian utama, khususnya pada lembaga pendidikan vokasi, yaitu Politeknik yang memiliki kekhususan dalam intensitas konsumsi energi listrik. Dalam kaitannya dengan evaluasi penggunaan energi dalam bangunan gedung maka diperlukan audit energi.

Penelitian ini difokuskan pada kegiatan akuisisi data untuk keperluan audit energi awal untuk masing-masing

ruangan yang akan menghasilkan nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada masing-masing ruangan. Kegiatan pengumpulan data dilakukan di Politeknik Negeri Pontianak sebagai objek penelitian.

### 2. Tinjauan Pustaka

Kajian tentang penggunaan *Custom Curret Sensor* dari Procodec Sensor Data Acquisition Remote Training v0.8 diperoleh disain modul sensor yang terdiri dari tiga bagian utama yaitu : sensor arus, rangkaian antar muka dan modul espectro. Sensor arus ini akan digunakan untuk pengukuran arus pada masing-masing ruangan.

Penelitian yang berhubungan dengan audit energi dan solusi yang ditawarkan dilakukan oleh Apriyanto dan Ciptomulyono<sup>[7]</sup> pada bangunan Surabaya Plaza Hotel menyatakan bahwa hasil pengolahan data menggunakan metode PROMETHEE dengan beberapa pembobotan kriteria antara lain; Kriteria ekonomi, kriteria *Customer*, kriteria Sumber Daya Manusia (SDM) atau tenaga kerja dan reputasi Hotel didapatkan rekomendasi alternatif jenis konservasi yang optimal adalah Pelatihan dan pengembangan SDM.

Penelitian terkait lainnya dilakukan oleh Adiprama dan Ciptomulyono<sup>[6]</sup> pada RSU Haji Surabaya menyimpulkan terdapat 4 (empat) jenis alternatif peluang penghematan energi yang dapat diterapkan di RSU Haji Surabaya, yaitu; Perubahan SOP fasilitas

rumah sakit, penyesuaian desain rumah sakit, penerapan teknologi hemat energi, pelatihan dan pengembangan sumber daya manusia. Alternatif penghematan energi yang direkomendasikan untuk diterapkan pada RSU Haji Surabaya adalah Perubahan SOP fasilitas rumah sakit.

Dari uraian beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya maka penelitian yang dilakukan saat ini difokuskan pada proses akuisisi data menggunakan sensor arus untuk keperluan audit energi awal pada lembaga pendidikan khususnya Politeknik yang mempunyai kekhususan dalam penggunaan energi listrik.

### 3. Metodologi Penelitian

Garis besar rencana penelitian secara terperinci akan dilakukan secara bertahap. Berikut adalah langkah-langkah yang akan dilakukan dalam melakukan penelitian :

1. Identifikasi Masalah  
Untuk mengetahui lebih detail tentang ruang lingkup permasalahan yang akan diteliti dilakukan identifikasi masalah. Dalam identifikasi masalah, dapat diketahui jenis masalah dan mengetahui penyebab dari masalah tersebut.
2. Studi Pendahuluan  
Studi pendahuluan dilakukan melalui pengenalan gambaran umum sistem kelistrikan di Politeknik Negeri Pontianak, mengamati aktivitas pada politeknik terutama yang berhubungan dengan data beban kelistrikan seperti prosentase beban terpasang, pembebanan pada sistem tata udara (*Air Conditioning*), beban penerangan dan beban-beban lainnya
3. Studi Pustaka  
Studi pustaka yang dilakukan adalah mempelajari referensi yang mendukung topik penelitian yang akan diangkat, diantaranya materi audit energi dan sensor arus.
4. Perumusan Masalah  
Setelah mengetahui permasalahan yang ada di politeknik maka langkah selanjutnya yang akan dilakukan adalah menetapkan perumusan masalah.
5. Pengumpulan Data  
Data yang akan dikumpulkan meliputi data rekening listrik Politeknik Negeri Pontianak selama 3 tahun terakhir dan data historis penggunaan daya listrik. Metode pengumpulan data yang akan digunakan adalah sebagai berikut :
  - a. Wawancara, melakukan proses pengambilan data dengan cara diskusi dan wawancara dengan pihak-pihak yang terlibat didalam permasalahan konservasi energi.
  - b. Dokumentasi, meliputi pengumpulan data struktur organisasi politeknik, luas bangunan, aktivitas di dalam gedung, data rekening listrik dan data pendukung lainnya.

### 6. Proses Audit Energi Awal

Audit energi awal pada prinsipnya dapat dilakukan pemilik atau pengelola bangunan gedung yang bersangkutan berdasarkan data rekening pembayaran energi yang dikeluarkan dan pengamatan visual.

#### a. Pengumpulan dan penyusunan data energi bangunan gedung

Kegiatan audit energi awal meliputi pengumpulan data energi bangunan gedung dengan data yang tersedia dan tidak memerlukan pengukuran. Data tersebut meliputi :

- 1) Dokumentasi bangunan yang dibutuhkan adalah gambar teknik bangunan sesuai pelaksanaan konstruksi (*as built drawing*), terdiri dari :
  - a) Tapak, denah dan potongan bangunan gedung seluruh lantai.
  - b) Denah instalasi pencahayaan bangunan seluruh lantai.
  - c) Diagram satu garis listrik, lengkap dengan penjelasan penggunaan daya listriknya dan besarnya penyambungan daya listrik PLN serta besarnya daya listrik cadangan dari diesel *Generator Set*.
- 2) Pembayaran listrik bulanan bangunan gedung selama satu tahun terakhir dan rekening pembelian bahan bakar minyak (bbm), bahan bakar gas (bbg), dan Air.
- 3) Tingkat Hunian Bangunan (*Occupancy Rate*).

#### b. Menghitung besarnya Intensitas Konsumsi Energi (IKE) gedung

Berdasarkan data seperti disebutkan pada butir a. maka dapat dihitung :

- 1) Rincian luas bangunan gedung dan luas total bangunan gedung (m<sup>2</sup>)
- 2) Konsumsi energi bangunan gedung per tahun (kWh/tahun)
- 3) Intensitas Konsumsi Energi (IKE) bangunan gedung per tahun (kWh/m<sup>2</sup>/ tahun).
- 4) Biaya energi bangunan gedung (Rp/kWh).

### 4. Sensor Arus

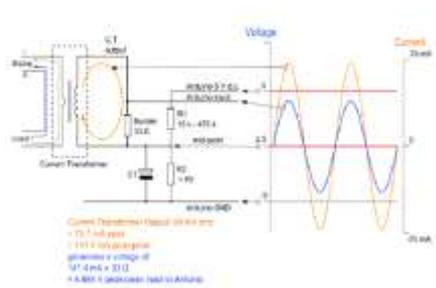
Persyaratan untuk satu audit energi seperti identifikasi dan perhitungan energi mengharuskan pengukuran-pengukuran, dimana pengukuran ini

menggunakan instrumen-instrumen. Instrumen-instrumen ini harus fleksibel, tahan lama mudah untuk dioperasikan dan secara ekonomis relatif murah. Secara umum parameter-parameter yang dimonitor selama audit energi meliputi : Parameter dasar kelistrikan di arus bolak balik (AC) dan arus searah (DC), sistem tegangan (V), arus (Ampere), faktor daya , Daya Aktif (kWh), Daya Semu (kVA), Daya Reaktif (KVAR), Konsumsi Energi (kWh), Frekuensi (Hz), dan lain-lain.

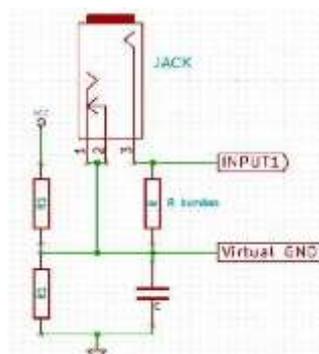
Pada penelitian ini menggunakan alat ukur arus berbasis WSN yang akan memonitor nilai arus bolak balik (AC). Data hasil pengukuran akan dikirim melalui cloud computing ke komputer pusat untuk diolah lebih lanjut. Adapun tahapan dalam pembuatan alat ukur ini adalah:

- a. Membuat rangkaian antar muka sensor dan ESpectro

Sensor yang digunakan adalah Current Transformers (CTs) SCT-013 yang dapat digunakan untuk mengukur arus bolak balik hingga 100 Ampere. Rangkaian antar muka SCT-013 dengan arduino dapat dilihat pada gambar berikut.

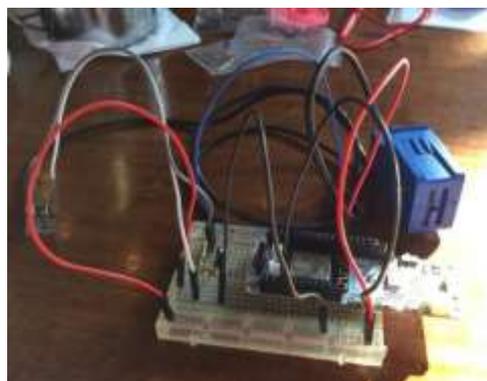


Gambar 4.1 Rancangan Antar Muka Arduino dan Sendor SCT-013 (sumber: <https://openenergymonitor.org/forum-archive/node/156.html>)



Gambar 4.2 Rangkaian konektor sensor menggunakan jack audio(Sumber: Procodec Sensor Data Acquisition Remote Training v0.8)

Dari rancangan tersebut dibuatlah rangkaian dengan spesifikasi nilai  $R_1 = R_2 = 10\text{ K}\Omega$ , Nilai R beban =  $33\Omega$ , dan nilai kapasitor  $C_1$  sebesar  $10\mu\text{F}$  yang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.3 Rangkaian Sensor CT SC-013

- b. Instalasi perangkat lunak Arduino pada PC Setelah membuat rangkaian maka langkah berikutnya adalah dengan menginstal perangkat lunak
- c. Mengkoneksikan alat dan PC Untuk menggunakan modul board ESpectro terlebih dahulu harus menyiapkan sebuah kabel konektor ke port USB komputer. Kemudian mengunduh perangkat lunak yang ada di bawah ini:

- Arduino software
- CLION
- Platform IO IDE
- EpsXLibrary
- PubSubClient
- AdaFruit BMP
- MQTT.fx.
- AzureIoT HubMQTT

- a. Pengujian alat dalam pengukuran arus  
 Pengujian alat ukur ini dilakukan dengan mengukur arus yang melewati kabel listrik setelah diberi beban.

| Voltage (V) | Current (A) |
|-------------|-------------|
| 204.73      | 0.89        |
| 208.17      | 0.91        |
| 201.33      | 0.88        |
| 203.29      | 0.88        |
| 180.40      | 0.78        |
| 37.14       | 0.16        |
| 36.28       | 0.16        |
| 34.76       | 0.15        |
| 33.96       | 0.15        |
| 32.74       | 0.17        |
| 40.49       | 0.18        |
| 42.77       | 0.19        |
| 43.18       | 0.19        |
| 42.52       | 0.21        |
| 43.91       | 0.20        |

Gambar 4.4 Hasil Pengujian Sensor Arus

Pada gambar 4.4 di atas dapat dilihat terdapat dua kolom pada gambar. Kolom pertama merupakan nilai tegangan yang terukur dan kolom kedua merupakan nilai arus yang melewati beban.

#### 4. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pengukuran dan validasi data pada masing-masing gedung dan dukungan dari data sekunder yang diperoleh dari audit energi sebelumnya, dapat diamati bahwa konsumsi energi listrik gedung Politeknik Negeri Pontianak pada tahun 2014 setiap bulan rata-rata sekitar 184.519 kWh dengan konsumsi energi listrik total mencapai 2.214,229 MWh per tahun (data tahun 2014). Pada tahun 2015, konsumsi rata-rata energi listrik per bulan mengalami sedikit penurunan menjadi 181.387 kWh dengan konsumsi energi listrik secara total 2.176,640 MWh. Sedangkan pemakaian rata-rata perbulan untuk tahun 2016 mengalami penurunan sekitar 28,1%, menjadi 130.417 kWh dengan konsumsi energi listrik secara total 1.565,001 MWh. Faktor penurunan konsumsi energi listrik ini dikarenakan Politeknik Negeri Pontianak sedang dalam proses pembangunan gedung, salah satu gedung yang direnovasi dan akan dialih fungsikan adalah gedung auditorium, perumahan karyawan dan pabrik mini sawit. Sehingga selama tahun 2016 gedung-gedung tersebut sudah tidak dialiri listrik.

Perhitungan audit awal Intensitas Konsumsi Energi Listrik pada Politeknik Negeri Pontianak dilakukan dengan melihat data sekunder konsumsi energi dari rekening pembayaran listrik pada tahun 2014, 2015 dan tahun 2016 yang dikaitkan dengan luas kotor (*gross*) bangunan kompleks Politeknik Negeri Pontianak yaitu seluas 34.940 m<sup>2</sup>.

Data hasil perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik per satuan luas kotor (*gross*) kompleks bangunan gedung Politeknik Negeri Pontianak berdasarkan data sekunder konsumsi energi dari rekening pembayaran listrik pada tahun 2014 yaitu sebesar 63,37 kWh/m<sup>2</sup> per tahun, tahun 2015 sebesar 62,30 kWh/m<sup>2</sup> per tahun dan pada tahun 2016 sebesar 44,79 kWh/m<sup>2</sup> per tahun. Angka IKE tersebut masih berada jauh dibawah batas standar 240 kWh/m<sup>2</sup>/tahun (target IKE ASEAN-USAID) yang ditentukan sehingga bisa dikatakan bahwa nilai IKE ini masih sangat efisien.

#### 5. Kesimpulan

Dari kegiatan pengumpulan data pengolahan data penelitian diperoleh :

##### 5.1 Simpulan

1. Sensor arus yang digunakan dalam proses pengambilan dan validasi data beban dapat bekerja dan digunakan dengan baik.
2. Intensitas Konsumsi Energi di Politeknik Negeri Pontianak masih sangat efisien.

##### 5.2 Saran

Walaupun IKE Politeknik Negeri Pontianak termasuk sangat efisien, pada penelitian lanjutan dapat tetap dilakukan audit energi rinci dalam upaya untuk menemukan alternatif kegiatan efisiensi yang akan diterapkan di lingkungan Politeknik.

#### 6. Referensi

- [1] IEA. 2014. *Global Tracking Framework. International Energy Agency. Worldbank.*
- [2] BPPT, 2014. *Outlook Energi Indonesia 2014.* Jakarta. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.
- [3] ICED, 2013. *Energy Management System.* Makalah pada seminar *Hotel Benchmarking Tools and Strategic Energy Management Pilot Program.* Jakarta. USAID
- [4] Tim Audi energi, 2013. *Laporan Audit Energi Polnep tahun 2013.* Pontianak.
- [5] Putri, A.D, Sugiono, 2013, *Pemilihan Alternatif Peluang Hemat Energi Listrik Dengan pendekatan metode ANP dan PROMETHEE,* Malang, Universitas Brawijaya
- [6] Adipramadan, T.R., Ciptomulyono, U., (2012), *Audit Energi dengan Pendekatan Metode MCDM-PROMETHEE untuk Konservasi serta Efisiensi Listrik di Rumah Sakit Haji Surabaya,* Unpublished Thesis, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- [7] Apriyanto, H., Ciptomulyono., U., (2012), *audit Energi dan Analisis Pemilihan Alternatif Manajemen energy Hotel dengan Pendekatan Metode MCDM-PROMETHEE,* Unpublished Thesis, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- [8] ProcodeCG sensor Data Aquisition Remote Training Handout V.8
- [9] Dycodec "Buku Panduan Espectro Development

- [1] Board” , [Online Pdf],  
<https://shop.makestro.com/product/espectro-core/>  
(diakses pada tanggal 13 September 2017, pukul 21.40 WIB)
- [2] Mariana Syamsudin, Wendhi Yuniarto, Yunita, (2017), Penentuan Prioritas Efisiensi Energi Listrik Menggunakan Metode Fuzzy Logic, Prosiding Sistem Informasi dan Teknologi, [www.iaii.or.id](http://www.iaii.or.id)



## Penentuan Prioritas Efisiensi Energi Listrik Menggunakan Metode Fuzzy Logic

Mariana Syamsudin<sup>a</sup>, Wendhi Yuniarto<sup>b</sup>, Yunita<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Jurusan Teknik Elektro, Teknik Informatika, Politeknik Negeri Pontianak, marianasyamsudin@gmail.com

<sup>b</sup>Jurusan Teknik Elektro, Teknik Elektronika, Politeknik Negeri Pontianak, wendhi\_yuniarto@yahoo.co.id

<sup>c</sup>Jurusan Teknik Elektro, Teknik Elektronika, Politeknik Negeri Pontianak, yunita.florez@gmail.com

### Abstract

Building of Pontianak State Polytechnic has a special characteristic in the intensity of electric energy consumption. This is one of the typical of vocational education institutions, due to the need for the implementation of practicum in the field of engineering. Various ways to do conserving electrical energy such as by reducing electricity consumption in the air system and lighting system. This study explains three main factors that will affect the use of electrical energy for lamps and Air Conditioning (AC), those are natural lighting, room and outdoor space. The results obtained in the form of hypothesis that there is a very significant relationship between the intensity of light, space and outdoor temperature in determining energy efficiency priority to a room and the percentage of dynamic efficiency for each room based on predetermined criteria.

*Keywords:* Energy Conservation, Polytechnic, Fuzzy

### Abstrak

Bangunan Politeknik Negeri Pontianak memiliki ciri khusus dalam intensitas konsumsi energi listrik. Hal ini merupakan salah satu ciri lembaga pendidikan vokasi, yang disebabkan dengan adanya kebutuhan untuk pelaksanaan praktikum dalam bidang rekayasa. Berbagai macam cara dilakukan untuk melakukan konservasi energi listrik diantaranya dengan mengurangi konsumsi listrik pada sistem tata udara dan sistem tata cahaya. Penelitian ini menjelaskan tiga faktor utama yang akan mempengaruhi penggunaan energi listrik untuk lampu dan *Air Conditioning (AC)* yaitu pencahayaan alami, luas ruangan dan suhu luar ruangan. Hasil penelitian yang diperoleh berupa hipotesis bahwa terdapat hubungan yang sangat signifikan antara intensitas cahaya, luas ruangan dan suhu luar ruangan dalam menentukan prioritas efisiensi energi terhadap suatu ruangan dan prosentase efisiensi dinamis untuk masing-masing ruangan berdasarkan dengan kriteria yang telah ditentukan.

*Kata Kunci :* Konservasi Energi, Politeknik, Fuzzy

© 2017 Prosiding SISFOTEK

### 1. Pendahuluan

Secara umum kegiatan konservasi energi adalah upaya sistematis, terencana, dan terpadu guna melestarikan sumber daya energi serta meningkatkan efisiensi pemanfaatannya. Salah satu informasi yang akan diperoleh dari program konservasi energi adalah langkah-langkah konservasi energi yang akan diterapkan pada objek penelitian.

Pelaksanaan penghematan energi oleh pengguna sumber energi dapat dilakukan melalui penghematan pada sistem tata udara, sistem tata cahaya, peralatan pendukung, proses produksi dan atau peralatan pemanfaatan energi utama.

Penelitian ini difokuskan pada pencarian prosentase konservasi energi untuk masing-masing ruangan

dengan melakukan penghematan pada sistem tata udara dan sistem tata cahaya dengan mempertimbangkan suhu luar ruangan, pencahayaan alami dan luas ruangan.

### 2. Tinjauan Pustaka

Kajian atau penelitian terdahulu tentang sistem manajemen energi listrik dengan cara memilih alternatif peluang hemat energi menggunakan pendekatan metode *Analytical Network Process (ANP)* dan metode *Multi Criteria Decision Making (MCDM)* *Preference Ranking Organization Method for Enrichment (PROMETHEE)* seperti yang dilakukan oleh Putri dan Sugiono<sup>[5]</sup> pada PT. XYZ yang bergerak dibidang telekomunikasi menyatakan bahwa terdapat 4 (empat) jenis alternatif peluang penghematan energi

yaitu : penerapan teknologi hemat energi, pelatihan dan pengembangan sumber daya manusia, perubahan SOP penggunaan fasilitas perusahaan dan penyesuaian desain bangunan. Dari hasil pengolahan data menggunakan metode PROMETHEE didapatkan bahwa rekomendasi alternatif jenis konservasi energi yang optimal untuk PT. XYZ adalah penerapan teknologi hemat energi.

Sementara itu penelitian lain yang dilakukan oleh Apriyanto dan Ciptomulyono<sup>[7]</sup> pada bangunan Surabaya Plaza Hotel menyatakan bahwa hasil pengolahan data menggunakan metode PROMETHEE dengan beberapa pembobotan kriteria antara lain; Kriteria ekonomi, kriteria *Customer*, kriteria Sumber Daya Manusia (SDM) atau tenaga kerja dan reputasi Hotel didapatkan rekomendasi alternatif jenis konservasi yang optimal adalah Pelatihan dan pengembangan SDM.

Lebih lanjut penelitian yang dilakukan oleh Adiprama dan Ciptomulyono<sup>[6]</sup> pada RSUD Haji Surabaya menyimpulkan terdapat 4 (empat) jenis alternatif peluang penghematan energi yang dapat diterapkan di RSUD Haji Surabaya, yaitu; Perubahan SOP fasilitas rumah sakit, penyesuaian desain rumah sakit, penerapan teknologi hemat energi, pelatihan dan pengembangan sumber daya manusia. Alternatif penghematan energi yang direkomendasikan untuk diterapkan pada RSUD Haji Surabaya adalah Perubahan SOP fasilitas rumah sakit.

Dari uraian beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya hasil penelitian yang direkomendasikan berupa efisiensi energi secara umum untuk seluruh gedung. Sedangkan pada penelitian ini akan difokuskan pada pencarian prosentase efisiensi energi dinamis untuk masing-masing ruangan/gedung di lembaga pendidikan khususnya Politeknik yang mempunyai kekhususan dalam penggunaan energi listrik.

### 3. Metodologi Penelitian

Garis besar rencana penelitian secara terperinci akan dilakukan secara bertahap. Berikut adalah langkah-langkah yang akan dilakukan dalam melakukan penelitian :

1. Identifikasi Masalah  
Untuk mengetahui lebih detail tentang ruang lingkup permasalahan yang akan diteliti dilakukan identifikasi masalah. Dalam identifikasi masalah, dapat diketahui jenis masalah dan mengetahui penyebab dari masalah tersebut.
2. Studi Pendahuluan  
Studi pendahuluan dilakukan melalui pengenalan gambaran umum sistem kelistrikan di Politeknik Negeri Pontianak, mengamati aktivitas pada politeknik terutama yang berhubungan dengan data beban kelistrikan seperti prosentase beban terpasang, pembebanan pada sistem tata udara

(*Air Conditioning*), beban penerangan dan beban-beban lainnya

3. Studi Pustaka  
Studi pustaka yang dilakukan adalah mempelajari referensi yang mendukung topik penelitian yang akan diangkat, diantaranya materi audit energi.
4. Perumusan Masalah  
Setelah mengetahui permasalahan yang ada di politeknik maka langkah selanjutnya yang akan dilakukan adalah menetapkan perumusan masalah.
5. Pengumpulan Data  
Data yang akan dikumpulkan meliputi data rekening listrik Politeknik Negeri Pontianak selama 3 tahun terakhir dan data historis penggunaan daya listrik. Metode pengumpulan data yang akan digunakan adalah sebagai berikut :
  - a. Wawancara, melakukan proses pengambilan data dengan cara diskusi dan wawancara dengan pihak-pihak yang terlibat didalam permasalahan konservasi energi.
  - b. Dokumentasi, meliputi pengumpulan data struktur organisasi politeknik, luas bangunan, aktivitas di dalam gedung, data rekening listrik dan data pendukung lainnya.
6. Proses Audit Energi  
Proses audit energi dilakukan secara bertahap yang terdiri dari audit energi awal dan audit energi rinci.

#### Audit Energi Awal

Audit energi awal pada prinsipnya dapat dilakukan pemilik atau pengelola bangunan gedung yang bersangkutan berdasarkan data rekening pembayaran energi yang dikeluarkan dan pengamatan visual.

#### a. Pengumpulan dan penyusunan data energi bangunan gedung

Kegiatan audit energi awal meliputi pengumpulan data energi bangunan gedung dengan data yang tersedia dan tidak memerlukan pengukuran. Data tersebut meliputi :

- 1) Dokumentasi bangunan yang dibutuhkan adalah gambar teknik bangunan sesuai pelaksanaan konstruksi (*as built drawing*), terdiri dari :
  - a) Tapak, denah dan potongan bangunan gedung seluruh lantai.
  - b) Denah instalasi pencahayaan bangunan seluruh lantai.
  - c) Diagram satu garis listrik, lengkap dengan penjelasan penggunaan daya listriknya dan besarnya penyambungan daya listrik PLN serta besarnya daya listrik cadangan dari diesel *Generator Set*.
- 2) Pembayaran listrik bulanan bangunan gedung selama satu tahun terakhir dan rekening

pembelian bahan bakar minyak (bbm), bahan bakar gas (bbg), dan Air.

3) Tingkat Hunian Bangunan (*Occupancy Rate*).

**b. Menghitung besarnya Intensitas Konsumsi Energi (IKE) gedung**

Berdasarkan data seperti disebutkan pada butir a. maka dapat dihitung :

- 1) Rincian luas bangunan gedung dan luas total bangunan gedung (m<sup>2</sup>)
- 2) Konsumsi energi bangunan gedung per tahun (kWh/tahun)
- 3) Intensitas Konsumsi Energi (IKE) bangunan gedung per tahun (kWh/m<sup>2</sup>/ tahun).
- 4) Biaya energi bangunan gedung (Rp/kWh).

**Audit Energi Rinci**

Audit energi rinci dilakukan bila nilai IKE lebih besar dari nilai target yang ditentukan.

**a. Penelitian dan pengukuran konsumsi energi**

Audit energi rinci perlu dilakukan bila audit energi awal memberikan gambaran nilai IKE listrik lebih dari nilai target yang ditentukan untuk mengetahui profil penggunaan energi pada bangunan gedung, sehingga dapat diketahui peralatan pengguna energi apa saja yang pemakaiannya energinya cukup besar.

Kegiatan yang dilakukan dalam penelitian energi adalah mengumpulkan dan meneliti sejumlah masukan yang dapat mempengaruhi besarnya kebutuhan energi bangunan gedung, dan dari hasil penelitian dan pengukuran energi dibuat profil penggunaan energi pada bangunan.

**b. Pengukuran Energi**

Seluruh analisa energi bertumpu pada hasil pengukuran. Hasil pengukuran harus dapat diandalkan dan mempunyai kesalahan (*error*) yang masih dapat diterima. Untuk itu penting menjamin bahwa alat ukur yang digunakan telah dikalibrasi oleh instansi yang berwenang. Alat ukur yang digunakan dapat berupa alat ukur yang dipasang tetap (*permanent*) pada instalasi atau alat ukur yang dipasang tidak tetap (*portable*).

**c. Instrumen-instrumen Audit Energi**

Persyaratan untuk satu audit energi seperti identifikasi dan perhitungan energi mengharuskan pengukuran-pengukuran, dimana pengukuran ini menggunakan instrumen-instrumen. Instrumen-instrumen ini harus fleksibel, tahan lama mudah untuk dioperasikan dan secara ekonomis relatif murah. Secara umum parameter-parameter yang dimonitor selama audit energi meliputi : Parameter dasar kelistrikan di arus bolak balik (AC) dan arus searah (DC), sistem tegangan (V), arus (Ampere), faktor daya, Daya Aktif (kWh), Daya Semu (kVA),

Daya Reaktif (KVAR), Konsumsi Energi (kWh), Frekuensi (Hz), dan lain-lain.

7. Identifikasi Presentase Peluang Konservasi Energi  
Identifikasi presentase peluang konservasi energi diperoleh dengan cara membandingkan intensitas cahaya ideal dan standar kenyamanan thermal dengan intensitas cahaya dari tata cahaya dan tata udara terpasang.
8. Perancangan Aplikasi  
Kegiatan perancangan aplikasi meliputi, penentuan spesifikasi hardware dan software yang akan mendukung aplikasi. Dilanjutkan dengan perancangan database dan perancangan interface pengolahan data dengan metode Fuzzy Logic.
9. Pengolahan Data  
Pengolahan data diawali dengan pengelompokan data ruangan berdasarkan fungsi ruangan.
10. Perhitungan Peluang Pilihan Konservasi Energi  
Pada proses perhitungan, nilai kriteria tiap alternatif dilakukan dengan menggunakan pemodelan metode Fuzzy Logic. Hasil yang diperoleh adalah nilai inferensi berupa kelayakan ruangan sesuai kriteria yang telah ditentukan..
11. Analisa dan Evaluasi Hasil  
Tahapan terakhir yang akan dilakukan adalah melakukan analisa dan evaluasi hasil pengujian serta pemberian rekomendasi solusi konservasi energi sesuai prioritas alternatif dengan pembobotan tertinggi.

**4. Hasil dan Pembahasan**

Berdasarkan data sekunder konsumsi energi dari rekening listrik bulanan mulai tahun 2014, 2015 dan tahun 2016, dapat diamati bahwa konsumsi energi listrik gedung Politeknik Negeri Pontianak pada tahun 2014 setiap bulan rata-rata sekitar 184.519 kWh dengan konsumsi energi listrik total mencapai 2.214,229 MWh per tahun (data tahun 2014). Pada tahun 2015, konsumsi rata-rata energi listrik per bulan mengalami sedikit penurunan menjadi 181.387 kWh dengan konsumsi energi listrik secara total 2.176,640 MWh. Sedangkan pemakaian rata-rata perbulan untuk tahun 2016 mengalami penurunan sekitar 28,1%, menjadi 130.417 kWh dengan konsumsi energi listrik secara total 1.565,001 MWh. Faktor penurunan konsumsi energi listrik ini dikarenakan Politeknik Negeri Pontianak sedang dalam proses pembangunan gedung, salah satu gedung yang direnovasi dan akan dialih fungsikan adalah gedung auditorium, perumahan karyawan dan pabrik mini sawit. Sehingga selama tahun 2016 gedung-gedung tersebut sudah tidak dialiri listrik.

Perhitungan audit awal Intensitas Konsumsi Energi Listrik pada Politeknik Negeri Pontianak dilakukan dengan melihat data sekunder konsumsi energi dari rekening pembayaran listrik pada tahun 2014, 2015 dan tahun 2016 yang dikaitkan dengan luas kotor (*gross*)

bangunan kompleks Politeknik Negeri Pontianak yaitu seluas 34.940 m<sup>2</sup>.

Data hasil perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik per satuan luas kotor (*gross*) kompleks bangunan gedung Politeknik Negeri Pontianak berdasarkan data sekunder konsumsi energi dari rekening pembayaran listrik pada tahun 2014 yaitu sebesar 63,37 kWh/m<sup>2</sup> per tahun, tahun 2015 sebesar 62,30 kWh/m<sup>2</sup> per tahun dan pada tahun 2016 sebesar 44,79 kWh/m<sup>2</sup> per tahun. Angka IKE tersebut masih berada jauh dibawah batas standar 240 kWh/m<sup>2</sup>/tahun (target IKE ASEAN-USAID) yang ditentukan sehingga bisa dikatakan bahwa nilai IKE ini masih sangat efisien.

7,68% dari total beban terpasang yang digunakan untuk penerangan pada kompleks gedung Polnep. Dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.1 Data Beban Penerangan Pada Kompleks Gedung POLNEP

| No              | Lokasi (Area)                                    | Jenis/ Type | Jumlah (unit) | Daya (watt) | Jlh Daya (watt) | Intensitas (Lux) | Luas (m <sup>2</sup> ) |
|-----------------|--|-------------|---------------|-------------|-----------------|------------------|------------------------|
| 1               | 2  | 3           | 4             | 5           | 6               | 7                | 8                      |
| 1               | Gedung Administrasi (Gd. Direktorat)             | TL          | 18            | (2x18)      | 680             | 240              | 2535                   |
|                 |  | SL          | 10            | 75          | 750             |                  |                        |
|                 |  | SL          | 22            | 20          | 440             |                  |                        |
|                 |  | SL          | 290           | 18          | 5220            |                  |                        |
|                 |  | SL          | 47            | 9           | 423             |                  |                        |
|                 | HL   | 2           | 100           | 200         |                 |                  |                        |
| <b>Jumlah 1</b> |  |             | <b>389</b>    |             | <b>7713</b>     |                  |                        |
| 2               | Gedung Akademik Lama (Gd. Kuliah AK)             | TL          | 25            | (1x36)      | 900             | 200              | 3045                   |
|                 |  | TL          | 111           | (2x36)      | 7992            |                  |                        |
|                 |  | TL          | 3             | (1x18)      | 54              |                  |                        |
|                 |  | SL          | 138           | 18          | 2484            |                  |                        |
|                 |  | SL          | 23            | 22          | 506             |                  |                        |
|                 | HL   | 4           | 100           | 400         |                 |                  |                        |
| <b>Jumlah 2</b> |  |             | <b>304</b>    |             | <b>12336</b>    |                  |                        |
| 3               | Gedung Administrasi Jurusan dan Dosen (Rekayasa) | TL          | 16            | (1x36)      | 576             | 200              | 1000                   |
|                 |  | SL          | 48            | 18          | 864             |                  |                        |
|                 |  | SL          | 82            | 14          | 1148            |                  |                        |
| <b>Jumlah 3</b> |  |             | <b>146</b>    |             | <b>2588</b>     |                  |                        |
| 4               | Gedung Auditorium                                | TL          | 6             | (2x36)      | 432             | 240              | 1275                   |
|                 |  | TL          | 9             | (1x18)      | 162             |                  |                        |
|                 |  | SL          | 26            | 75          | 1950            |                  |                        |
|                 |  | SL          | 3             | 50          | 150             |                  |                        |
|                 |  | SL          | 4             | 18          | 72              |                  |                        |
|                 | SL   | 109         | 15            | 1635        |                 |                  |                        |
|                 | SL   | 20          | 14            | 280         |                 |                  |                        |
| <b>Jumlah 4</b> |  |             | <b>177</b>    |             | <b>4681</b>     |                  |                        |
| 5               | Perpustakaan                                     | TL          | 34            | (1x36)      | 1224            | 240              | 480                    |
|                 |  | SL          | 19            | 23          | 437             |                  |                        |
| <b>Jumlah 5</b> |  |             | <b>53</b>     |             | <b>1661</b>     |                  |                        |
| 6               | Laboratorium AB                                  | TL          | 14            | (2x36)      | 1008            | 200              | 306                    |
| <b>Jumlah 6</b> |  |             | <b>14</b>     |             | <b>1008</b>     |                  |                        |
| 7               | Minishop AB                                      | TL          | 2             | (2x36)      | 144             | 200              | 144                    |
| <b>Jumlah 7</b> |  |             | <b>2</b>      |             | <b>144</b>      |                  |                        |
| 8               | Gardu Listrik 240 kVA (Ruang Genset 1)           | SL          | 3             | 9           | 27              | 200              | 48                     |
|                 |  | SL          | 3             | 18          | 54              |                  |                        |
| <b>Jumlah 8</b> |  |             | <b>6</b>      |             | <b>81</b>       |                  |                        |
| 9               | Gedung Jurusan / Laboratorium TPHP               | SL          | 132           | 15          | 1980            | 200              | 1116                   |
|                 |  | SL          | 12            | 11          | 132             |                  |                        |
|                 |  | SL          | 26            | 9           | 234             |                  |                        |
|                 |  | Pijar       | 12            | 5           | 60              |                  |                        |
| <b>Jumlah 9</b> |  |             | <b>182</b>    |             | <b>2406</b>     |                  |                        |

|                  |  |       |            |        |              |     |      |
|------------------|--|-------|------------|--------|--------------|-----|------|
| 10               | Ruang Kuliah IKP                                     | TL    | 12         | (2x36) | 864          | 200 | 217  |
|                  |  | TL    | 6          | (2x18) | 216          |     |      |
|                  |  | SL    | 8          | 18     | 144          |     |      |
| <b>Jumlah 10</b> |  |       | <b>26</b>  |        | <b>1224</b>  |     |      |
| 11               | Gedung ETU   | SL    | 3          | 30     | 90           | 190 | 608  |
|                  |  | SL    | 48         | 20     | 960          |     |      |
| <b>Jumlah 11</b> |  |       | <b>51</b>  |        | <b>1050</b>  |     |      |
| 12               | Masjid   | TL    | 2          | (2x18) | 72           | 180 | 407  |
|                  |  | TL    | 3          | (1x18) | 54           |     |      |
|                  |  | SL    | 8          | 14     | 112          |     |      |
|                  |  | SL    | 11         | 18     | 198          |     |      |
|                  |  | SL    | 6          | 75     | 450          |     |      |
| <b>Jumlah 12</b> |  |       | <b>30</b>  |        | <b>886</b>   |     |      |
| 13               | Bank BRI   | SL    | 15         | 18     | 270          | 200 | 60   |
| <b>Jumlah 13</b> |  |       | <b>15</b>  |        | <b>270</b>   |     |      |
| 14               | Bank Syariah Mandiri                                 | SL    | 19         | 18     | 342          | 200 | 60   |
| <b>Jumlah 14</b> |  |       | <b>19</b>  |        | <b>342</b>   |     |      |
| 15               | Koperasi (KOPMA)                                     | TL    | 1          | (1x18) | 18           | 200 | 200  |
|                  |  | SL    | 8          | 14     | 112          |     |      |
| <b>Jumlah 15</b> |  |       | <b>9</b>   |        | <b>130</b>   |     |      |
| 16               | Gedung Jurusan Arsitek                               | TL    | 1          | (1x18) | 18           | 200 | 2728 |
|                  |  | TL    | 1          | (1x36) | 36           |     |      |
|                  |  | TL    | 62         | (2x36) | 4464         |     |      |
|                  |  | SL    | 4          | 85     | 340          |     |      |
|                  |  | SL    | 36         | 18     | 648          |     |      |
|                  | Pijar  | 1     | 40         | 40     |              |     |      |
| <b>Jumlah 16</b> |  |       | <b>105</b> |        | <b>5546</b>  |     |      |
| 17               | Gedung Kuliah / Teori                                | TL    | 42         | (1x36) | 1512         | 200 | 3200 |
|                  |  | TL    | 25         | (2x36) | 1800         |     |      |
|                  |  | TL    | 8          | (1x18) | 144          |     |      |
|                  |  | SL    | 46         | 18     | 828          |     |      |
|                  |  | SL    | 8          | 14     | 112          |     |      |
| <b>Jumlah 17</b> |  |       | <b>129</b> |        | <b>4396</b>  |     |      |
| 18               | Bengkel Listrik                                      | TL    | 43         | (2x36) | 3096         | 200 | 716  |
|                  |  | TL    | 45         | (1x36) | 1620         |     |      |
|                  |  | SL    | 6          | 18     | 108          |     |      |
| <b>Jumlah 18</b> |  |       | <b>94</b>  |        | <b>4824</b>  |     |      |
| 19               | Laboratorium IKP/Perikanan                           | TL    | 12         | (1x36) | 432          | 200 | 532  |
|                  |  | SL    | 23         | 18     | 414          |     |      |
|                  |  | SL    | 6          | 9      | 54           |     |      |
|                  |  | SL    | 6          | 9      | 54           |     |      |
| <b>Jumlah 19</b> |  |       | <b>41</b>  |        | <b>900</b>   |     |      |
| 20               | UPT PP   | SL    | 2          | 75     | 150          | 200 | 160  |
|                  |  | SL    | 3          | 42     | 126          |     |      |
|                  |  | SL    | 2          | 18     | 36           |     |      |
| <b>Jumlah 20</b> |  |       | <b>7</b>   |        | <b>312</b>   |     |      |
| 21               | Gedung Perlengkapan (UPT Bahasa / Gudang / Logistik) | SL    | 41         | 18     | 738          | 200 | 370  |
|                  |  | SL    | 8          | 9      | 72           |     |      |
| <b>Jumlah 21</b> |  |       | <b>49</b>  |        | <b>810</b>   |     |      |
| 22               | Bengkel Sipil  | TL    | 1          | (1x18) | 18           | 200 | 1376 |
|                  |  | SL    | 29         | (1x36) | 1044         |     |      |
|                  |  | SL    | 84         | (2x36) | 6048         |     |      |
|                  |  | SL    | 37         | 18     | 666          |     |      |
| <b>Jumlah 22</b> |  |       | <b>151</b> |        | <b>7776</b>  |     |      |
| 23               | Bengkel Mesin /Mekanik                               | TL    | 17         | (1x36) | 612          | 220 | 1456 |
|                  |  | TL    | 128        | (2x36) | 9216         |     |      |
|                  |  | SL    | 81         | 18     | 1458         |     |      |
|                  |  | Pijar | 2          | 40     | 80           |     |      |
| <b>Jumlah 23</b> |  |       | <b>228</b> |        | <b>11366</b> |     |      |
| 24               | Ged. Jurusan /Lab. Mesin                             | TL    | 24         | (2x36) | 1728         | 220 | 781  |
|                  |  | TL    | 16         | (1x36) | 576          |     |      |
|                  |  | TL    | 12         | (1x18) | 216          |     |      |
|                  |  | SL    | 20         | 32     | 640          |     |      |
|                  |  | SL    | 28         | 18     | 504          |     |      |
| <b>Jumlah 24</b> |  |       | <b>100</b> |        | <b>3664</b>  |     |      |
| 25               | Gardu Listrik 400 kVA (Ruang Genset 2)               | TL    | 4          | (1x36) | 144          | 180 | 120  |
|                  |  | SL    | 4          | 18     | 72           |     |      |
|                  |  | SL    | 3          | 9      | 27           |     |      |
| <b>Jumlah 25</b> |  |       | <b>11</b>  |        | <b>243</b>   |     |      |
| 26               | Laboratorium Sipil                                   | TL    | 60         | (2x36) | 4320         | 200 | 1024 |
|                  |  | TL    | 11         | (2x18) | 396          |     |      |
|                  |  | SL    | 16         | 18     | 288          |     |      |
| <b>Jumlah 26</b> |  |       | <b>87</b>  |        | <b>5004</b>  |     |      |
| 27               | Laboratorium Listrik                                 | TL    | 43         | (2x36) | 3096         | 200 | 206  |
|                  |  | TL    | 1          | (1x36) | 36           |     |      |
|                  |  | SL    | 14         | 18     | 252          |     |      |
|                  |  | SL    | 7          | 40     | 280          |     |      |
|                  |  | Pijar | 7          | 40     | 280          |     |      |
| <b>Jumlah 27</b> |  |       | <b>65</b>  |        | <b>3664</b>  |     |      |
| 28               | Gd. Jurusan IKP / Laboratorium IKP                   | SL    | 114        | 18     | 2052         | 200 | 1040 |
|                  |  | SL    | 9          | 9      | 81           |     |      |
| <b>Jumlah 28</b> |  |       | <b>123</b> |        | <b>2133</b>  |     |      |
| 29               | Laboratorium IT                                      | TL    | 49         | (2x18) | 1764         | 200 | 259  |
|                  |  | SL    | 18         | 18     | 324          |     |      |
| <b>Jumlah 29</b> |  |       | <b>67</b>  |        | <b>2088</b>  |     |      |
| 30               | Laboratorium ELKA                                    | TL    | 33         | (1x36) | 1188         | 200 | 365  |
|                  |  | TL    | 3          | (2x36) | 216          |     |      |

|                     |                               |     |             |          |               |          |             |
|---------------------|-------------------------------|-----|-------------|----------|---------------|----------|-------------|
| 31                  | Asrama Mahasiswa/<br>Rusunawa | TL  | 32          | (1x36)   | 1152          | 200      | 6000        |
|                     |                               | TL  | 40          | (1x18)   | 720           |          |             |
|                     |                               | SL  | 176         | 20       | 3520          |          |             |
|                     |                               | SL  | 257         | 18       | 4626          |          |             |
| <b>Jumlah 31</b>    |                               |     | <b>505</b>  |          | <b>10018</b>  |          |             |
| 32                  | Perumahan Karyawan            | SL  | 48          | 18       | 864           | 180      | 1200        |
|                     |                               | SL  | 32          | 9        | 288           |          |             |
| <b>Jumlah 32</b>    |                               |     | <b>80</b>   |          | <b>1152</b>   |          |             |
| 33                  | Pabrik Mini Sawit             | TL  | 4           | (2x36)   | 288           | 200      | 300         |
|                     |                               | ML  | 8           | 150      | 1200          |          |             |
| <b>Jumlah 33</b>    |                               |     | <b>12</b>   |          | <b>1488</b>   |          |             |
| 34                  | Kantin                        | TL  | 6           | (1x18)   | 108           | 180      | 340         |
|                     |                               | TL  | 1           | (2x36)   | 72            |          |             |
|                     |                               | SL  | 6           | 18       | 108           |          |             |
|                     |                               | SL  | 9           | 11       | 99            |          |             |
| <b>Jumlah 34</b>    |                               |     | <b>22</b>   |          | <b>387</b>    |          |             |
| 35                  | Pos Satpam                    | SL  | 3           | 18       | 54            | 200      | 24          |
|                     |                               | SL  | 1           | 9        | 9             |          |             |
| <b>Jumlah 35</b>    |                               |     | <b>4</b>    |          | <b>63</b>     |          |             |
| 36                  | Selasar                       | TL  | 65          | (1x18)   | 1170          | 200      | 1242        |
|                     |                               | SL  | 2           | 25       | 50            |          |             |
| <b>Jumlah 36</b>    |                               |     | <b>67</b>   |          | <b>1220</b>   |          |             |
| 37                  | Taman/Pendopo                 | SL  | 19          | 18       | 342           | 200      | -           |
|                     |                               |     |             |          |               |          |             |
| <b>Jumlah 37</b>    |                               |     | <b>19</b>   |          | <b>342</b>    |          |             |
| 38                  | Jalan /Lingkungan (PJU)       | TL  | 6           | (1x36)   | 216           | -        | -           |
|                     |                               | TL  | 24          | (1x18)   | 432           |          |             |
|                     |                               | SL  | 29          | 25       | 725           |          |             |
|                     |                               | HL  | 5           | 100      | 500           |          |             |
|                     |                               | ML  | 22          | 150      | 3300          |          |             |
|                     |                               | LED | 13          | 60       | 780           |          |             |
| LED                 | 2                             | 120 | 240         |          |               |          |             |
| <b>Jumlah 38</b>    |                               |     | <b>101</b>  |          | <b>6193</b>   |          |             |
| <b>Jumlah Total</b> |                               |     | <b>3531</b> | <b>-</b> | <b>111521</b> | <b>-</b> | <b>3494</b> |

Dari data yang ada dibuatlah hipotesis asosiatif tentang hubungan intensitas cahaya, luas ruangan dan parameter tambahan berupa suhu luar ruangan. Terdapat 2 cara yang akan dilakukan untuk menguji hipotesis ini yaitu dengan menentukan prioritas efisiensi energi terhadap suatu ruangan dengan bantuan metode fuzzy logic berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan dan dengan membandingkan standar intensitas cahaya dan hasil pengukuran intensitas cahaya untuk memperoleh prosentase efisiensi yang dapat diterapkan pada ruangan tersebut.

## 5. Kesimpulan

Dari kegiatan pengumpulan data pengolahan data penelitian diperoleh :

### 5.1 Simpulan

1. Intensitas Konsumsi Energi di Politeknik Negeri Pontianak masih sangat efisien.
2. Perlu dilakukan penentuan prioritas terhadap ruangan yang akan diberlakukan efisiensi berdasarkan intensitas cahaya, luas ruangan dan suhu diluar ruangan.
3. Perlu ditentukan prosentase efisiensi untuk masing-masing ruangan yang bersifat dinamis untuk masing-masing ruangan.

### 5.2 Saran

Penelitian ini dapat ditingkatkan dengan melengkapi data fisik yang sudah ada dengan menambahkan data subjektif yang dapat diperoleh dengan menyebarkan kuesioner kepada pengguna ruangan.

## 6. Referensi

- [1] IEA. 2014. *Global Tracking Framework. International Energy Agency. Worldbank.*
- [2] BPPT, 2014. *Outlook Energi Indonesia 2014.* Jakarta. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.
- [3] ICED, 2013. *Energy Management System.* Makalah pada seminar *Hotel Benchmarking Tools and Strategic Energy Management Pilot Program.* Jakarta. USAID
- [4] Tim Audi energi, 2013. *Laporan Audit Energi Polnep tahun 2013.* Pontianak.
- [5] Putri, A.D, Sugiono, 2013, *Pemilihan Alternatif Peluang Hemat Energi Listrik Dengan pendekatan metode ANP dan PROMETHEE,* Malang, Universitas Brawijaya
- [6] Adipramadan, T.R., Ciptomulyono, U., (2012), *Audit Energi dengan Pendekatan Metode MCDM-PROMETHEE untuk Konservasi serta Efisiensi Listrik di Rumah Sakit Haji Surabaya,* Unpublished Thesis, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- [7] Apriyanto, H., Ciptomulyono., U., (2012), *audit Energi dan Analisis Pemilihan Alternatif Manajemen energy Hotel dengan Pendekatan Metode MCDM-PROMETHEE,* Unpublished Thesis, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- [8] ESDM. 2012. *Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia No. 13 tahun 2014 tentang Penghematan Pemakaian Tenaga Listrik.* Jakarta. Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral
- [9] ESDM. 2012. *Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia No.14 tahun 2012 tentang Manajemen Energi.* Jakarta. Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral
- [10] Inpres No. 10. 2005. *Penghematan Energi.* Jakarta. Bidang Hukum dan Perundang-undangan RI.
- [11] .....2012. *Peran Masyarakat Dalam Mendukung Kebijakan Konservasi Energi.* Makalah disampaikan pada Temu Masyarakat Standarisasi Indonesia dan Seminar Nasional Peran Standar Menuju Efisiensi Energi. Jakarta. META
- [12] .....2012. *Statuta Politeknik Negeri Pontianak.* Jakarta. Kementerian Pendidikan Nasional.
- [13] PP No. 70.2009. *Penghematan Energi.* Jakarta. Bidang Hukum dan Perundang-undangan RI
- [14] SNI 03-6197-2000. *Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan.* Jakarta. Badan Standarisasi Nasional
- [15] SNI 03-6390-2000. *Konservasi Energi Sistem Tata Udara pada Bangunan Gedung.* Jakarta. Badan Standarisasi Nasional.
- [16] T.L. Saaty, "Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with The Analytic Hierarchy Proses". Pittsburg: RWS Publications (1994)
- [17] Suryana, 2010. *Metodologi Penelitian.* Buku Ajar. Universitas Indonesia
- [18] UNEP, 2011. *Pedoman Efisiensi Energi Untuk Industri di Asia.* Jakarta. Terjemahan publikasi UNEP & BPPT
- [19] Vesma, Vilnis. 2009. *Energy Management "Principles and Practice"*. London. British Standards Institution.



**Borland.  
Delphi**



# **Akuisisi Data Menggunakan ESpectro dan Delphi 7**



**Mariana Syamsudin, ST., MT  
Wendhi Yuniarto, ST., MT  
Yunita, M.Sc**

# Akuisisi Data Menggunakan ESpectro dan Delphi7

## 1. Pendahuluan

Akuisisi data dalam bahasa Inggris Data Acquisition disingkat DAQ adalah proses pengambilan data dengan cara mengukur fenomena fisik dan konversi dari sampel yang dihasilkan menjadi nilai numerik digital yang dapat dimanipulasi oleh komputer. Akuisisi data dan sistem akuisisi data (disingkat dengan akronim DAS) akan melibatkan konversi bentuk gelombang analog menjadi nilai digital untuk diproses. Komponen dari sistem akuisisi data meliputi : Sensor yang mengkonversi parameter fisik untuk sinyal-sinyal listrik. Sirkuit pengkondisian sinyal untuk mengubah sinyal sensor menjadi bentuk yang dapat dikonversikan ke nilai digital. Konverter analog-ke-digital, yang mengkonversi sinyal sensor melalui pengkondisian dengan nilai-nilai digital. Aplikasi akuisisi data dikendalikan oleh program software yang dikembangkan dengan menggunakan bahasa pemrograman Delphi.

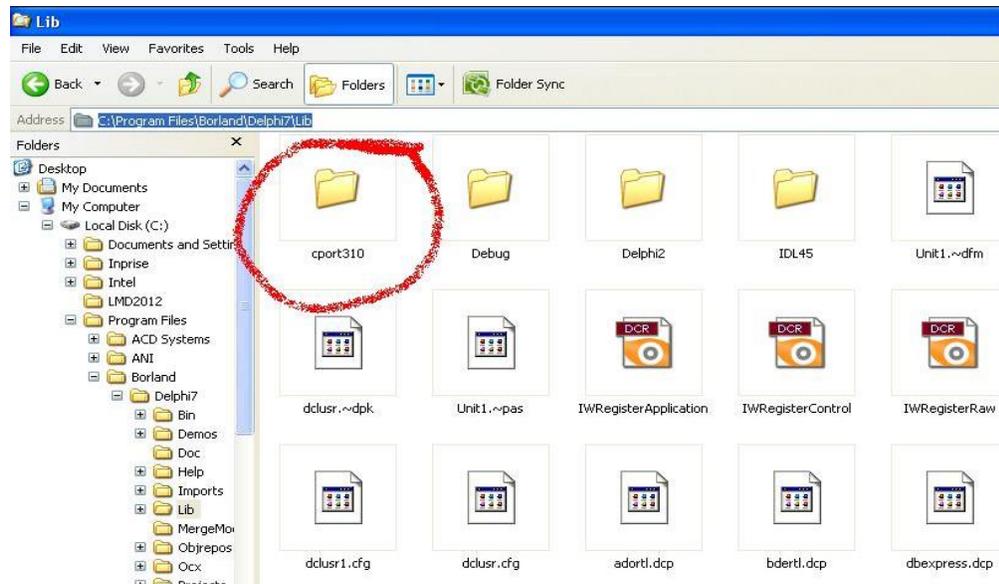
## 2. Peralatan Yang Digunakan

- a. Komputer / PC
- b. ESpectro Core
- c. Current Sensor SCT-013-000
- d. Audio Female Connector
- e. Breadboard
- f. 2 resistor 330 ohm
- g. 1 resistor 10 ohm
- h. Kabel Jumper
- i. Kabel USB

## 3. Langkah – Langkah

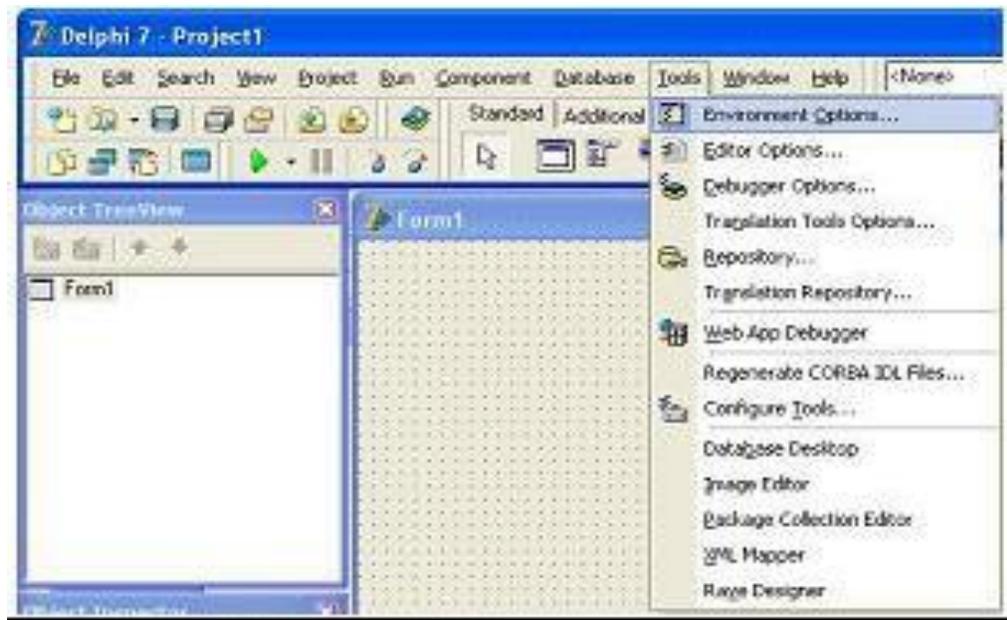
- a. Instalasi Borland Delphi 7.
- b. Instalasi Comport borland Delphi.
  1. Download terlebih dahulu Comport (cport310)
  2. Ekstrak file yang sudah anda download (cport310)

3. Pindahkan ke folder Lib pada direktori Delphi anda (C:\Program Files\Borland\Delphi7\Lib)



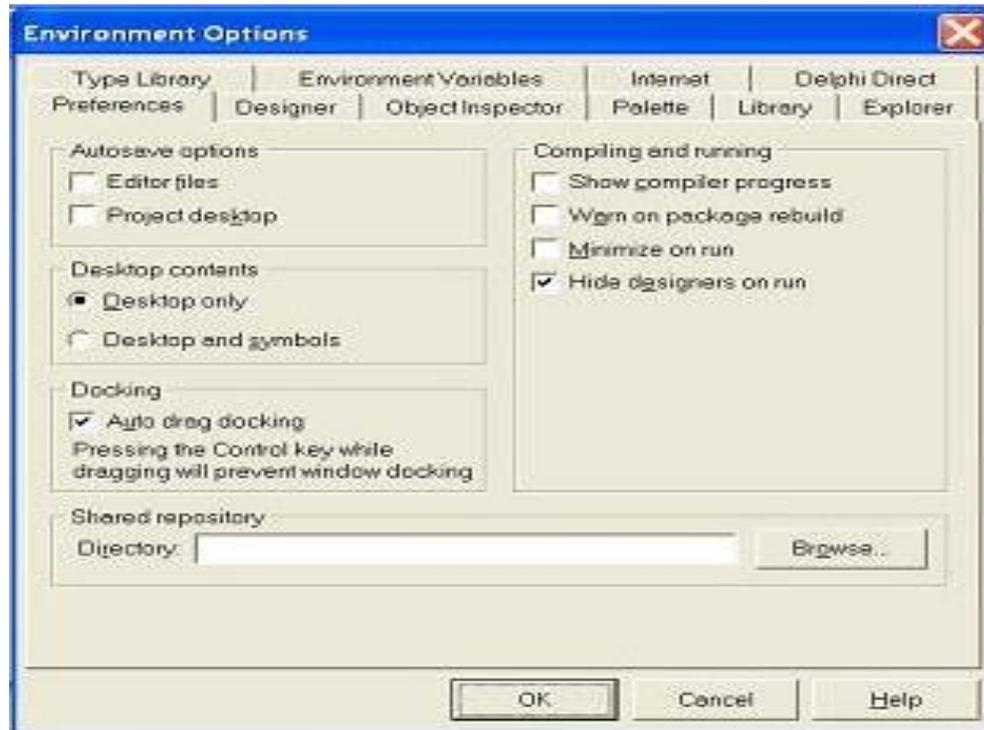
Gambar 1.1 Folder Komponen Cport310

4. Buka program Delphi7, pilih menu Tools > Environment Options seperti dapat dilihat pada gambar 1.2 berikut.



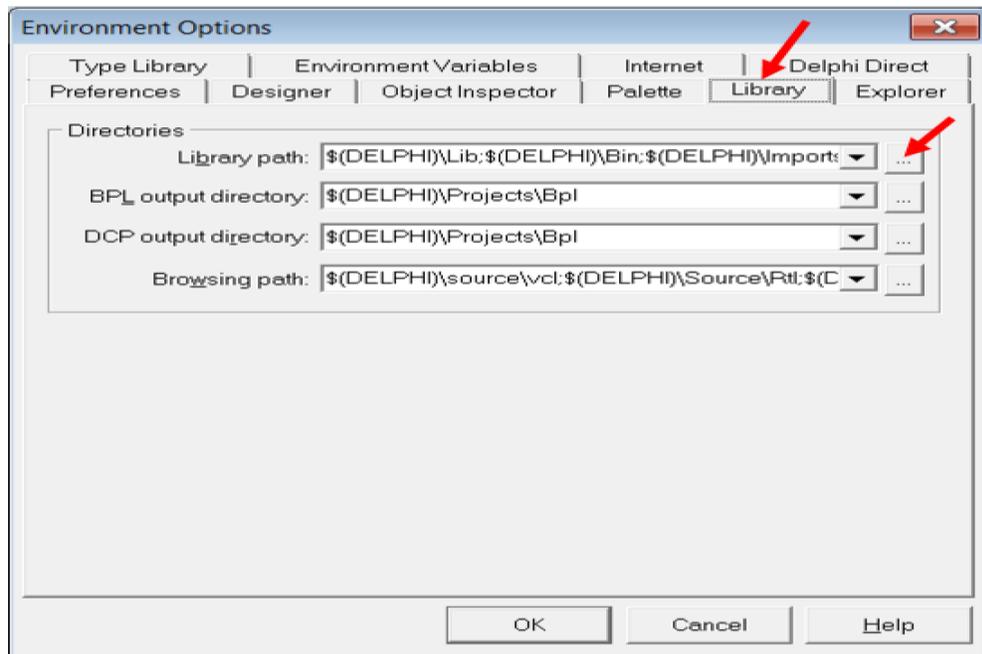
Gambar 1.2 Menu Tools

Sub menu Environment Option yang telah dipilih akan ditampilkan seperti pada gambar 1.3.



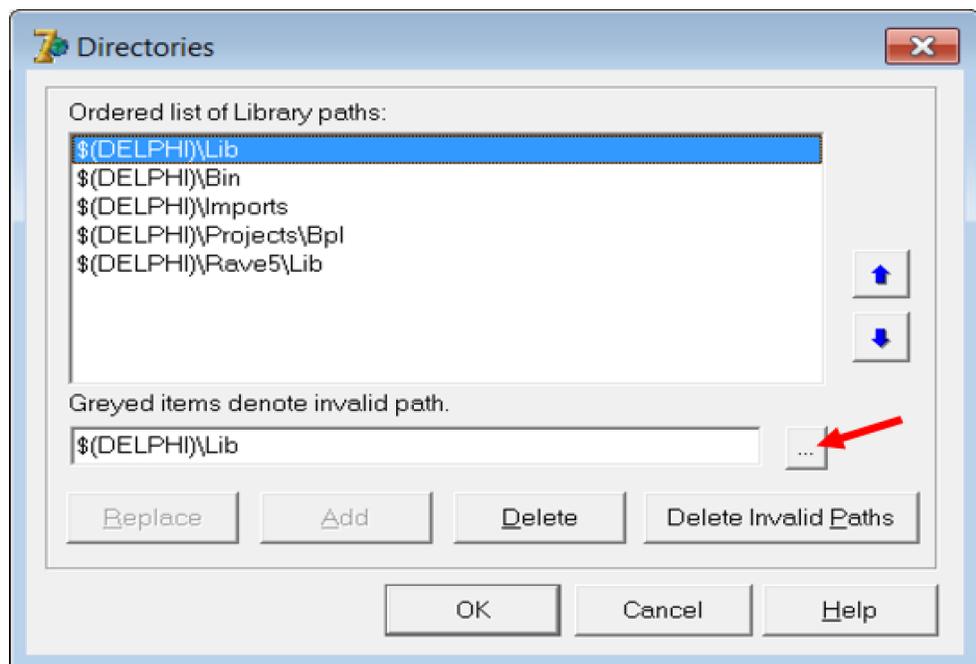
Gambar 1.3 Environment Options

5. Pilih tab Library, pilih Library Path dan buka tombol Browser yang berada di samping seperti dapat dilihat pada gambar 1.4.



Gambar 1.4 Tab Library

- Setelah tombol Browse pada Library Path dipilih (lihat tanda panah), akan muncul jendela seperti dapat dilihat pada gambar 1.5.



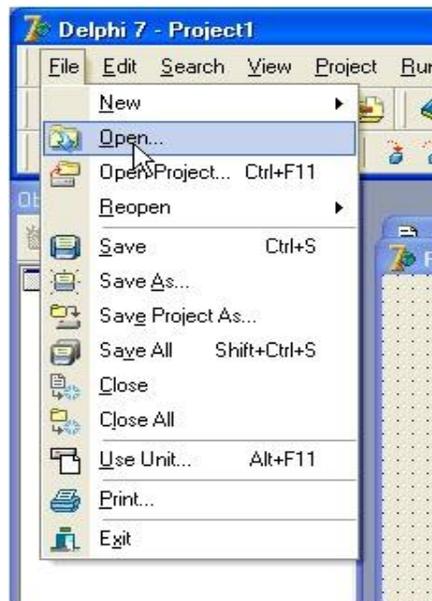
Gambar 1.5 Directories

- Pilih folder yang sudah dipindahkan pada (C:\Program Files\Borland\Delphi7\Lib)



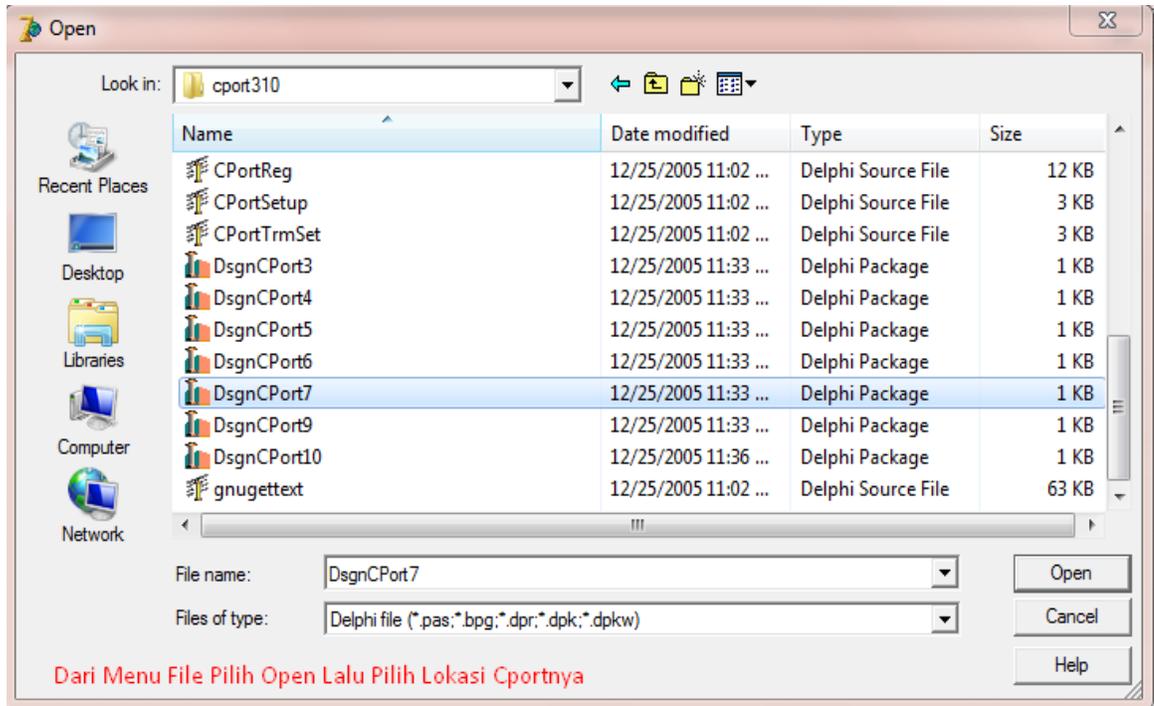
Gambar 1.5 Direktori Folder Cport310

8. Buka file > Open > seperti Gambar 1.6.



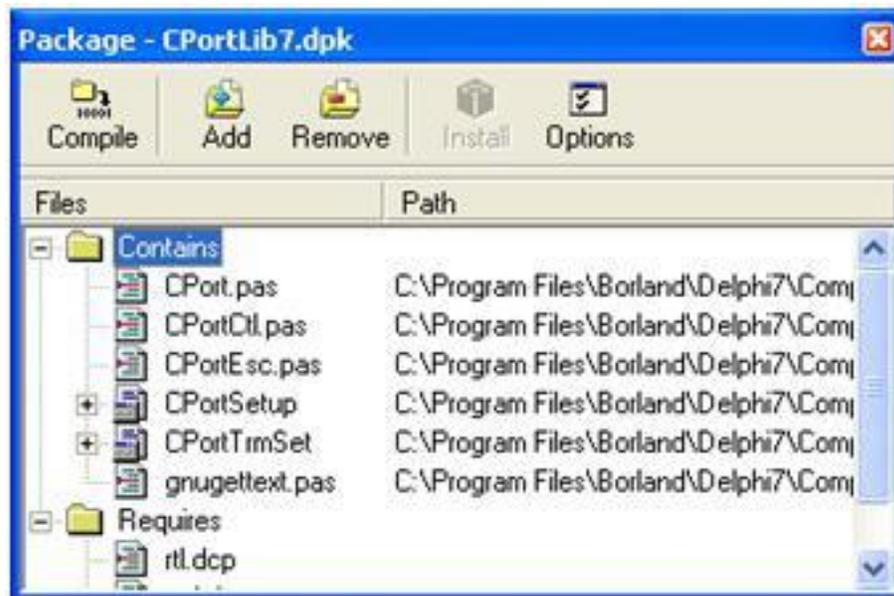
Gambar. 1.6 Open File

Selanjutnya pilih lokasi Cport pada direktori sesuai lokasi penyimpanan file. C:\ProgramFiles\Borlan\Delphi7\Lib\cport310\Source\DsgnCport7.dbk. Tampilan pemilihan file dapat dilihat pada Gambar 1.7.



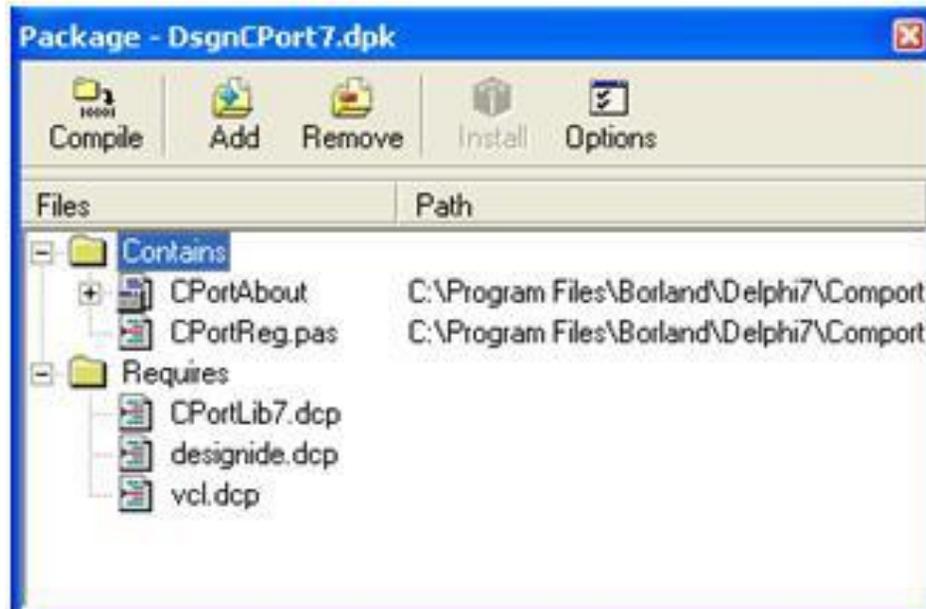
Gambar. 1.7 DsgnCport7

9. Pilih Menu Compile pada Package – CportLib7.dpk sesuai tapila pada Gambar 1.8.



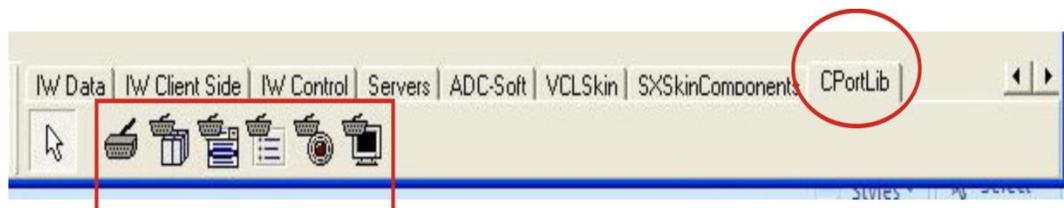
Gambar. 1.8 Compile Package CportLib7.dpk

10. Copy file CportLib7.dcu dari folder dimana file CPort disimpan ke dalam Folder \System32.
11. Buka file DsgnCport7.dpk dari menu File > Open Compile dan Instal seperti gambar 1.9.



Gambar. 1.9 Compile Package DsgnCport7.dpk

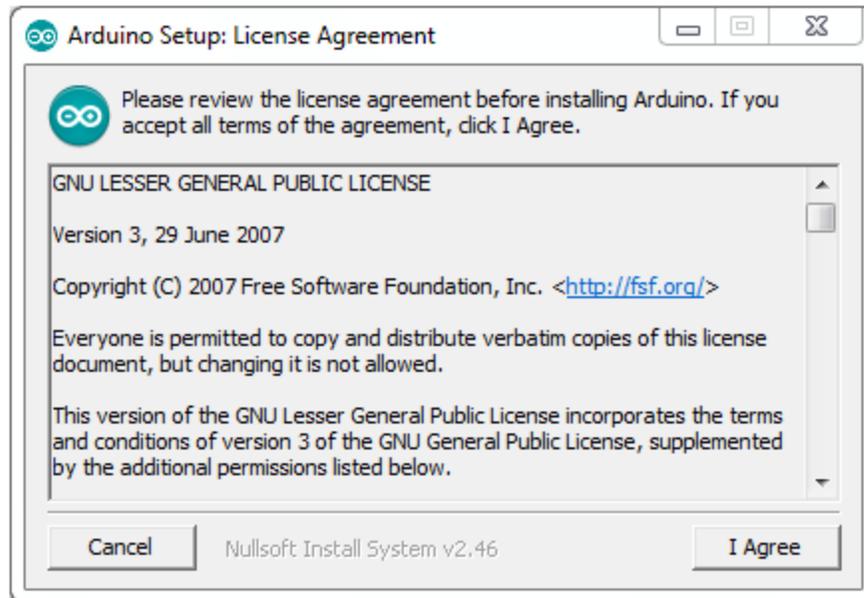
12. Jika sudah berhasil komponen ComPort akan muncul barisan paling kanan Component Palette Delphi seperti dapat dilihat pada Gambar 1.10.



Gambar. 1.10 Pallette CPortLib

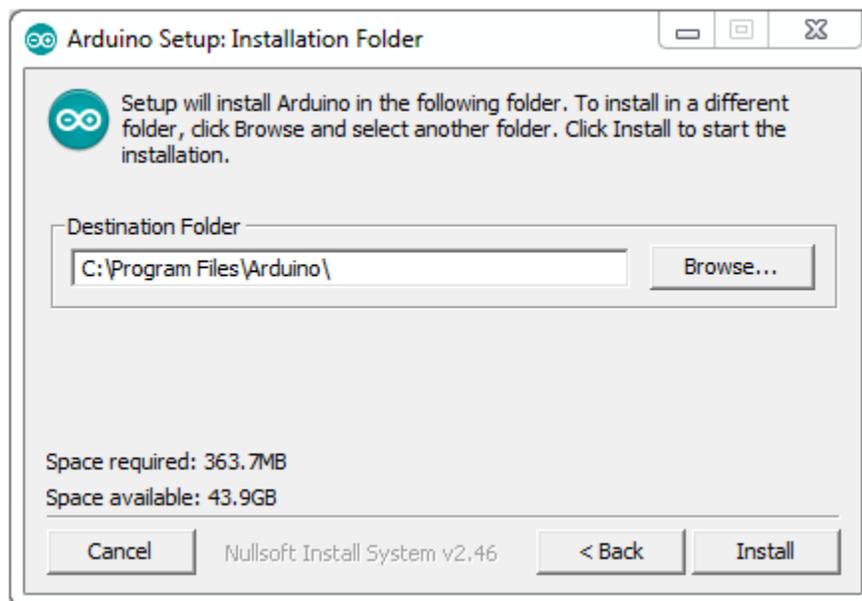
### c. Instalasi IDE Arduino.

1. Download terlebih dahulu Arduino pada halaman (<https://www.arduino.cc/>)
2. Lanjutkan dengan menjalankan file instalasi Arduino sehingga muncul jendela license Agreement seperti Gambar 1.11.



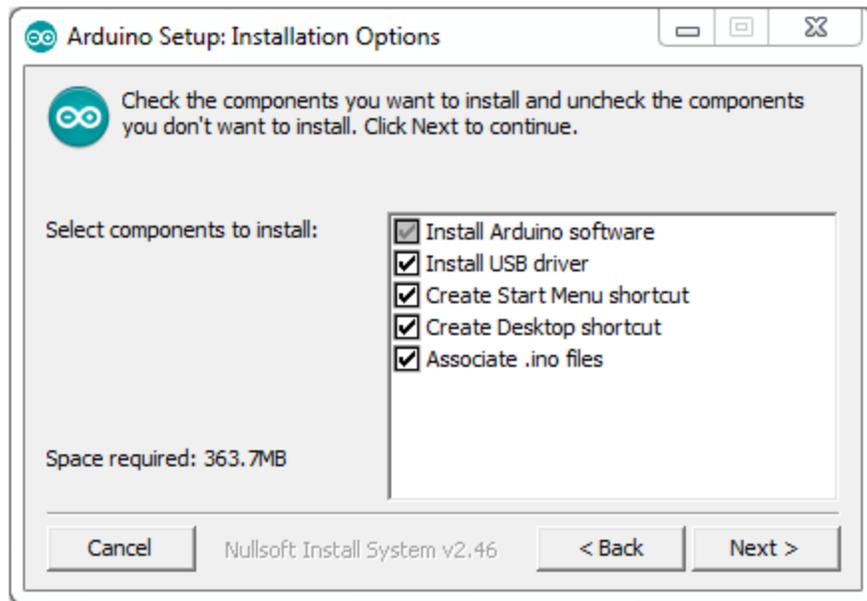
Gambar 1.11 License Agreement

3. Masukkan destinasi folder instalasi Arduino. Biarkan *default* di C:\Program Files\Arduino seperti Gambar 1.12.



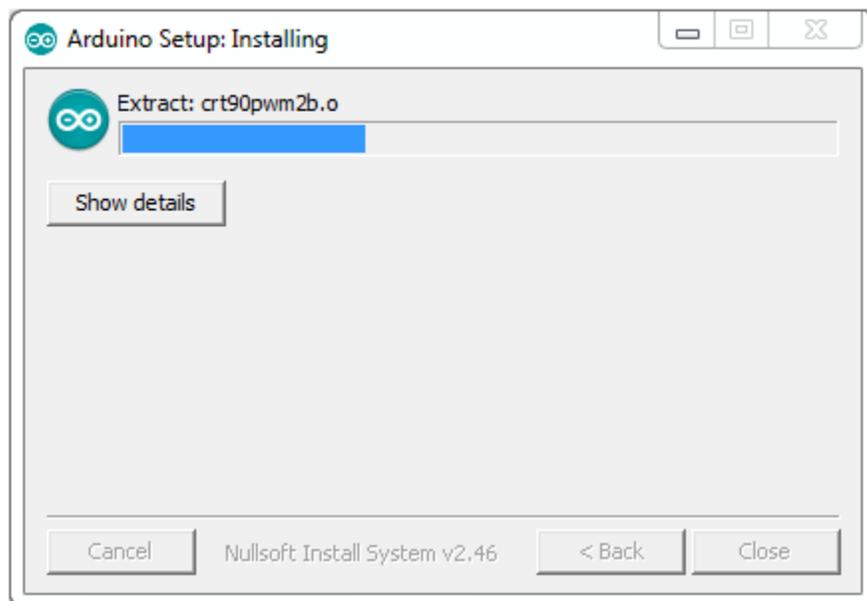
Gambar 1.12 Folder Instalasi

4. Kemudian akan muncul jendela Setup Installation Option. Sebaiknya pilih semua pilihan komponen yang ada seperti dapat dilihat pada Gambar 1.13.



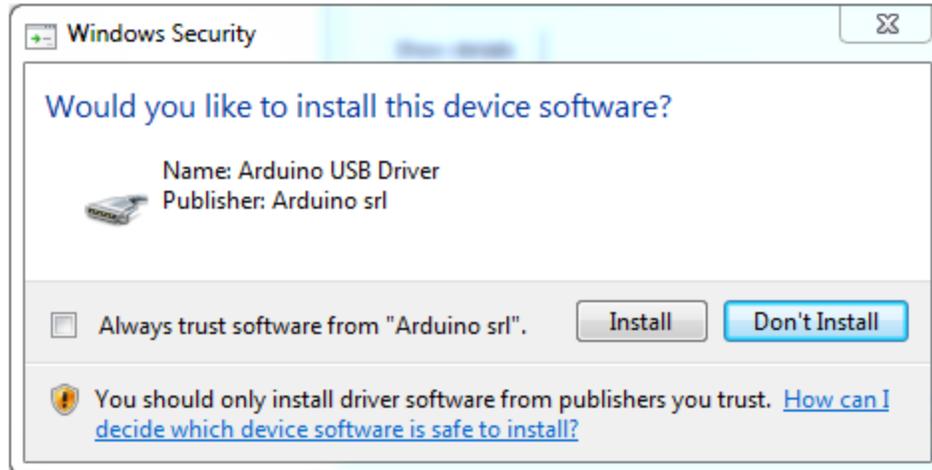
Gambar 1.13 Installation Options

5. Selanjutnya proses instalasi dilakukan seperti pada Gambar 1.14.



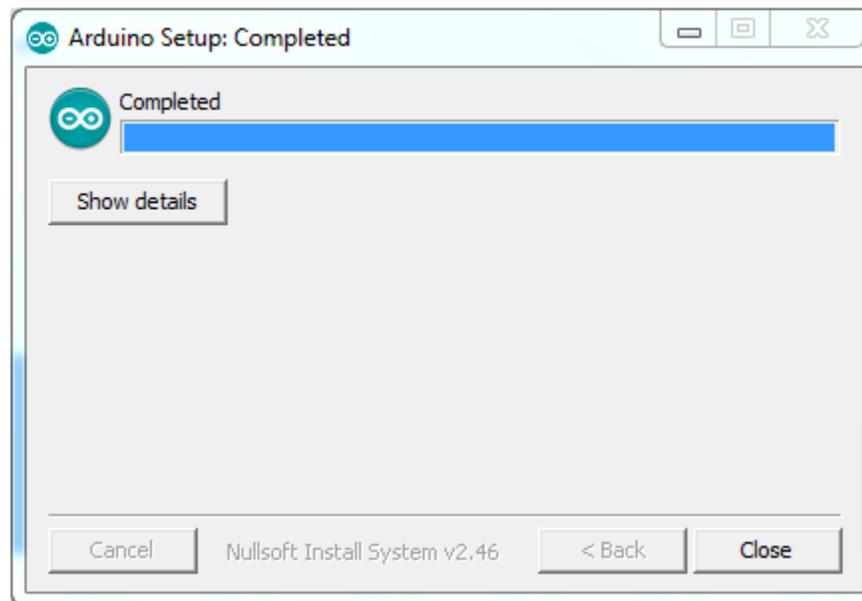
Gambar 1.14 Installing

6. Dipertengahan proses instalasi, jika komputer belum terinstal USB Driver maka akan muncul jendela *Security Warning*, pilih tombol Install seperti Gambar 1.15.



Gambar 1.15 Windows Security

Tunggu hingga status instalasi *Completed* seperti dapat dilihat pada Gambar 1.16.



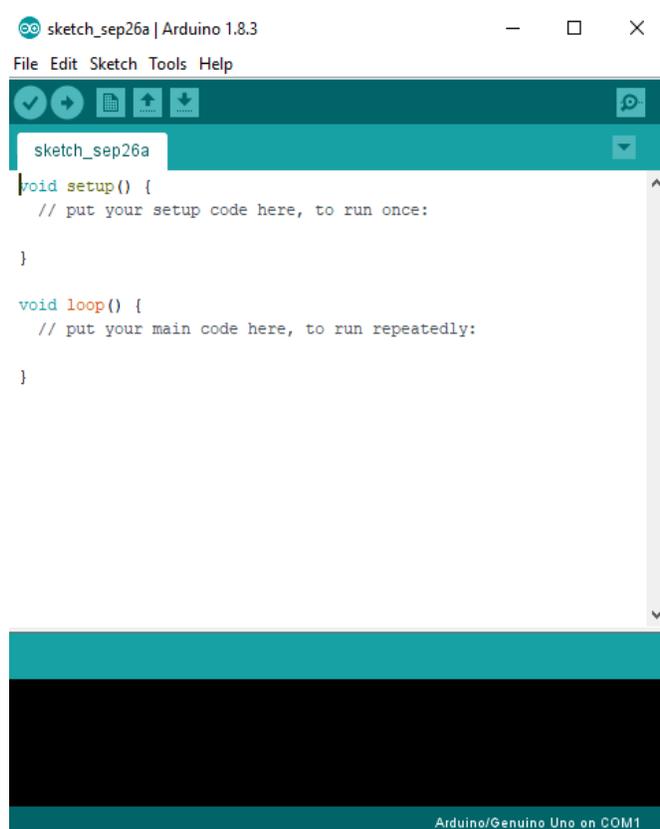
Gambar 1.16 Status Completed

7. Pada tahap ini software IDE Arduino sudah ter-instal. Setelah aplikasi Arduino dijalankan maka akan muncul tampilan seperti gambar 1.17.



Gambar 1.17 Tampilan Arduino

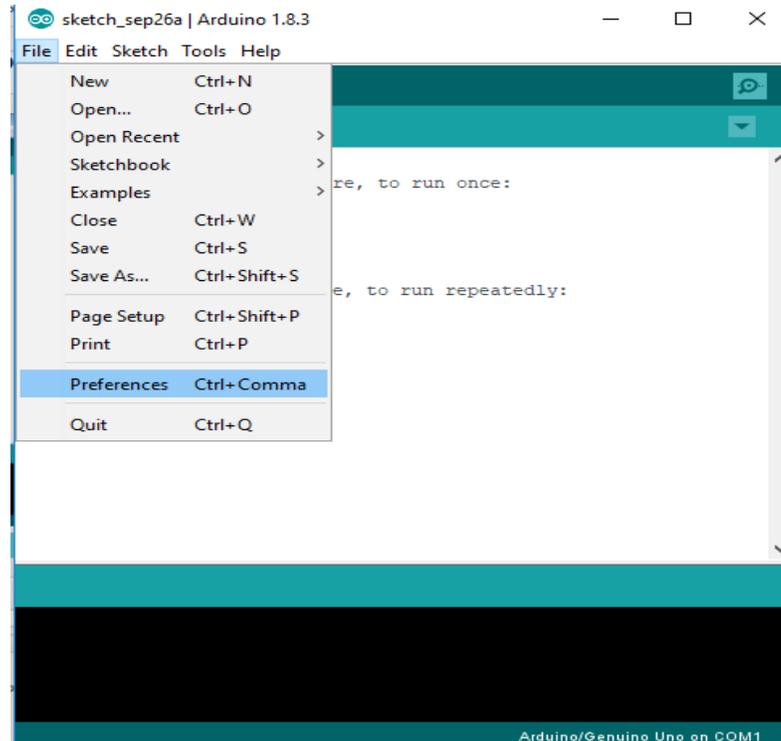
Sedangkan tampilan utama Arduino dapat dilihat pada Gambar 1.18.



Gambar 1.18 Tampilan Utama Arduino

Setelah proses instalasi Arduino selesai, maka yang akan dilakukan selanjutnya yaitu menginstal ESP8266 ke Arduino IDE.

8. Buka Arduino IDE, pilih File > Preference seperti Gambar 1.19.

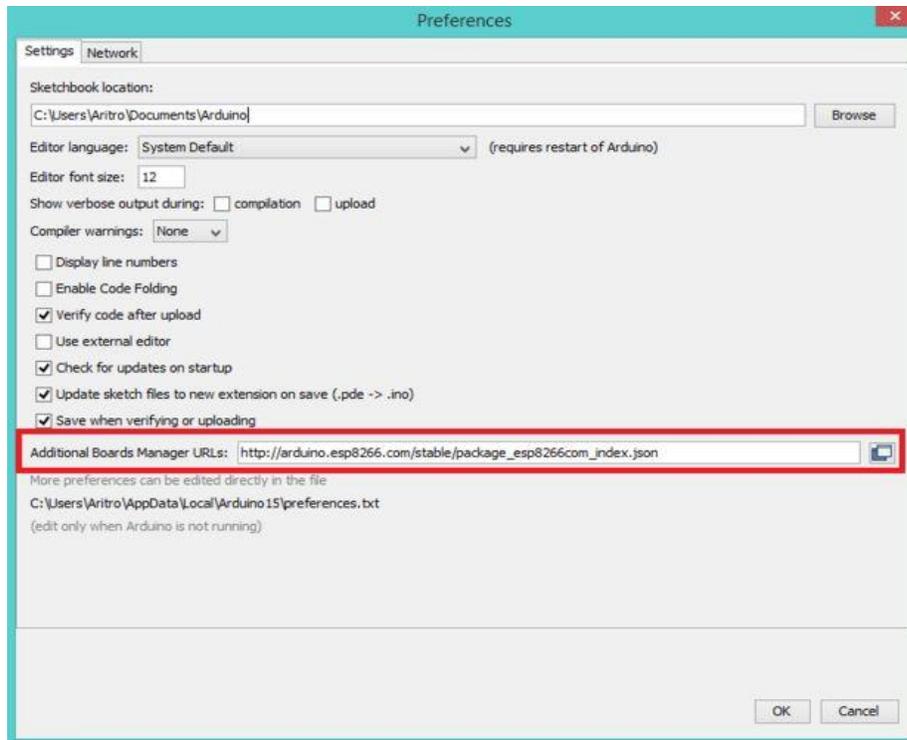


Gambar 1.19 Tampilan Arduino

9. Masukkan alamat :

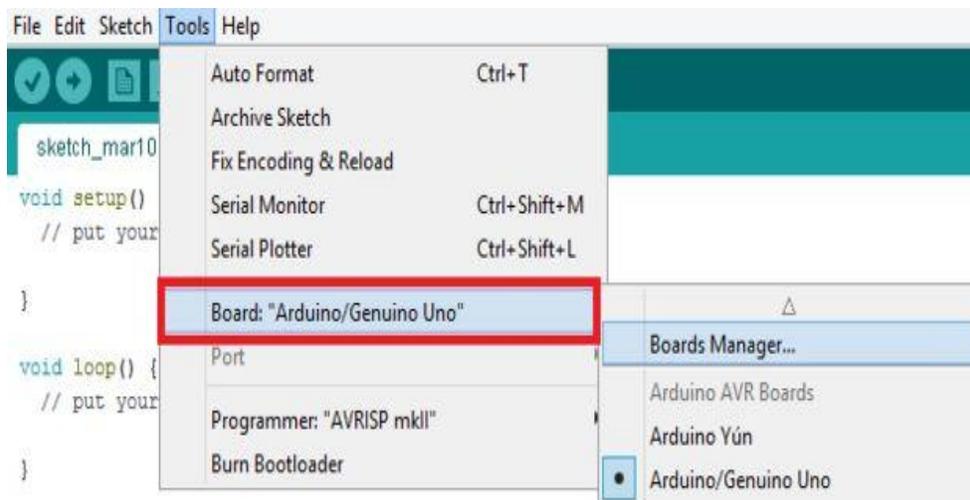
[http://arduino.esp8266.com/stable/package\\_esp8266com\\_index.json](http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json)

ke Additional Boards Manager URLs dan klik tombol "OK" sesuai dengan tampilan pada kotak merah di Gambar 1.20.



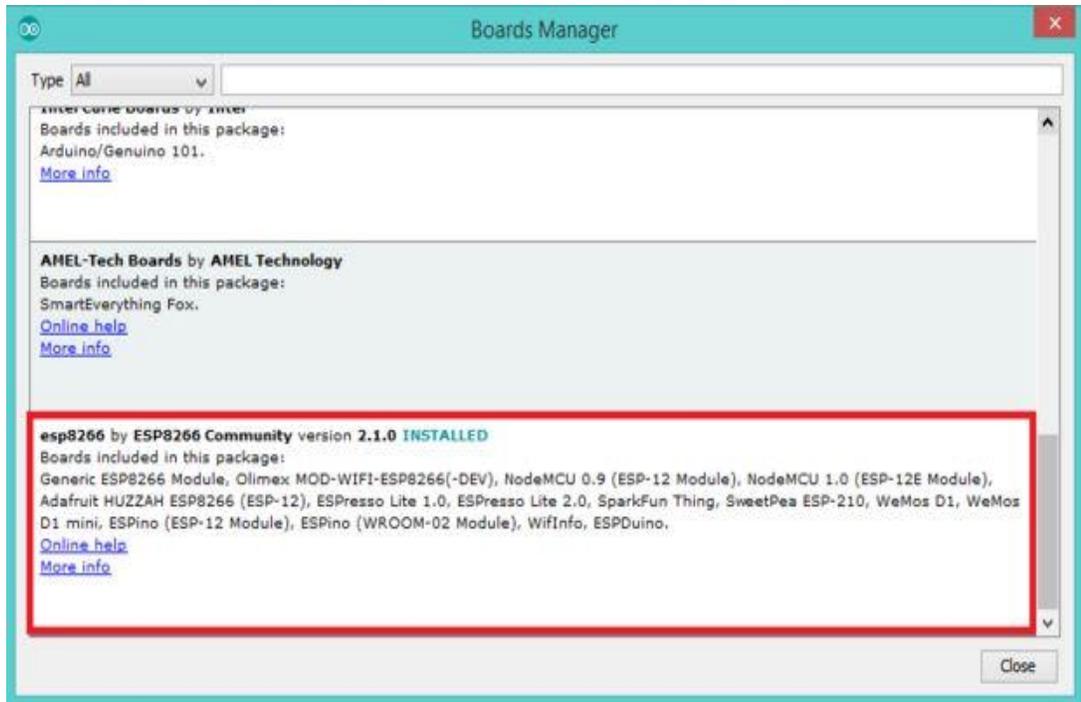
Gambar 1.20 Tampilan Sub Menu Preferences

10. Klik Tools> Board> Boards Manager sehingga muncul tampilan seperti pada Gambar 1.21.



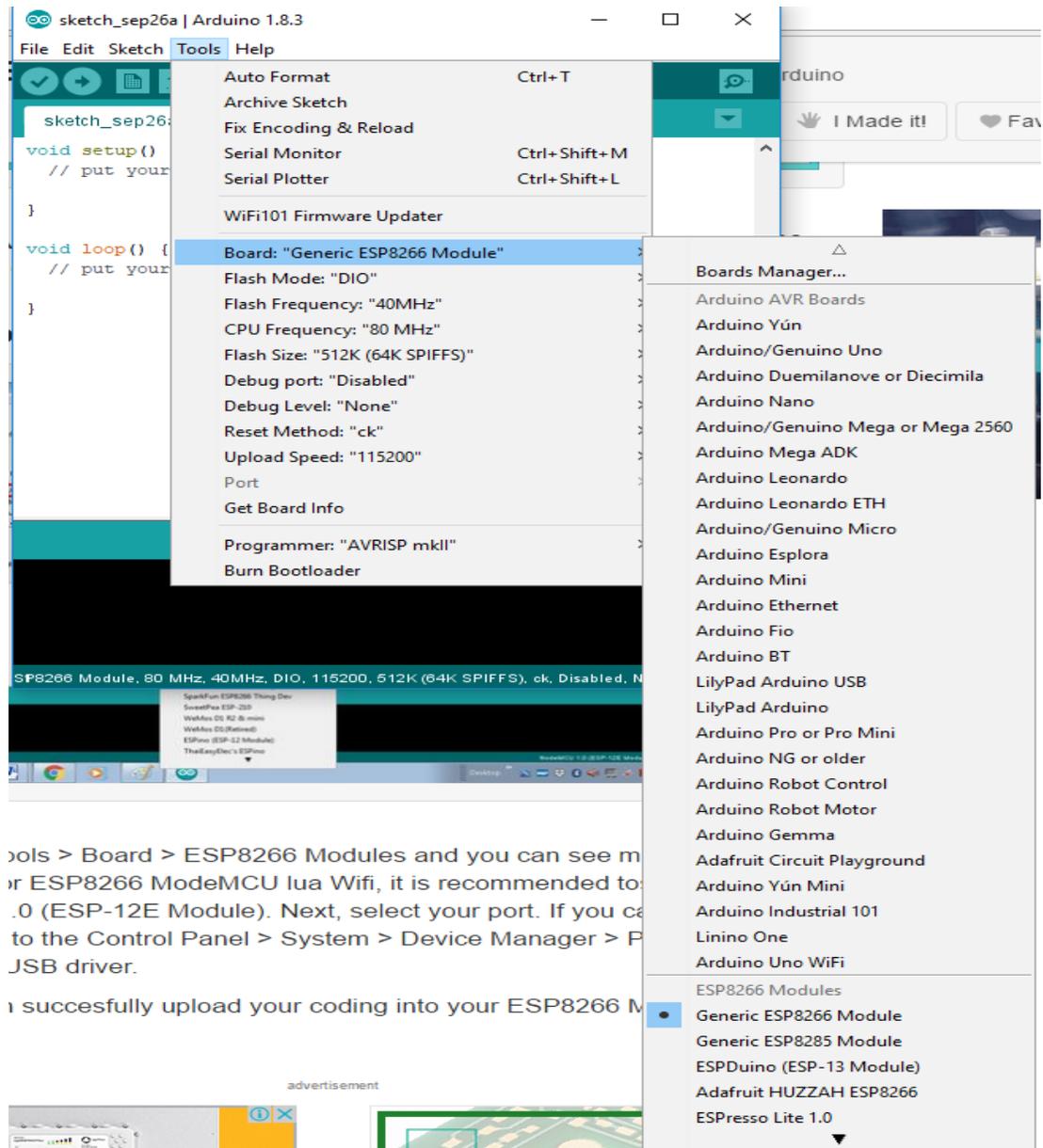
Gambar 1.21 Boards Manager

Geser pilihan kebawah sampai menemukan esp8366 by ESP8266 Community dan lakukan instalasi seperti pada gambar 1.22.



Gambar 1.22 Instalasi esp8266

11. Pilih ESP8266 dari Tools> Board> Generic ESP8266 Module setelah selesai tutup dan buka kembali IDE Arduino seperti pada Gambar 1.23.



Gambar 1.23 Tampilan IDE Arduino

d. Programming Arduino, pada program arduino sangat simple sekali, hanya perlu membaca nilai ADC dari Potensio kemudian di kirim menggunakan Serial Print.

#### 4. Pembuatan Rangkaian Sensor Arus dan Aplikasi Perhitungan IKE

##### a. Rangkaian Sensor Arus

Untuk membuat sebuah rangkaian sensor arus diperlukan beberapa peralatan sebagai berikut :

##### 1) Sensor Arus



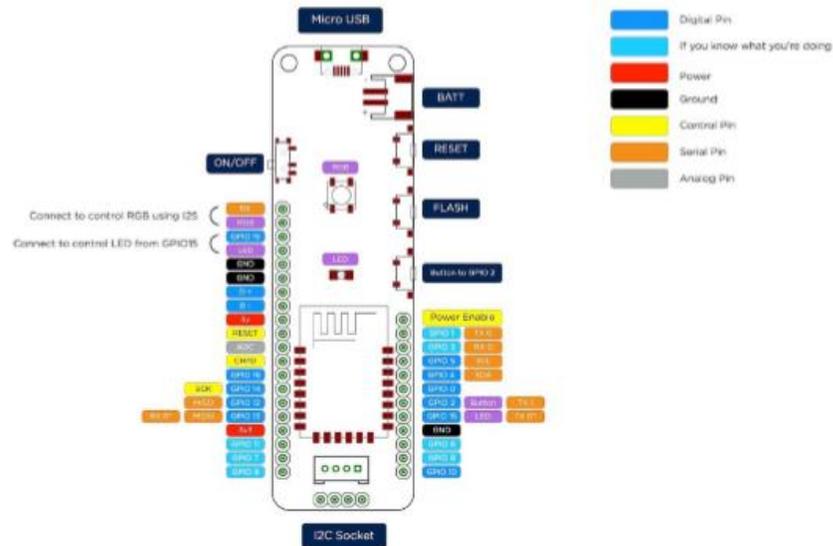
Gambar 1.24 Sensor Arus SCT-013-000

Spesifikasi alat :

- ✓ Input Current: 0~100A AC
- ✓ Output Mode: 0~50mA
- ✓ Non-linearity:  $\pm 3\%$
- ✓ Turn Ratio: 100A:0.05A
- ✓ Resistance Grade: Grade B
- ✓ Dielectric Strength(between shell and output): 1000V AC/1min 5mA
- ✓ Work Temperature:  $-25^{\circ}\text{C} \sim 70^{\circ}\text{C}$
- ✓ Leading Wire in Length: 1m
- ✓ Open Size: 13mm x 13mm

## 2) ESPECTRO Board

Gambar 1.25 berikut memperlihatkan detail perangkat keras ESPECTRO dan cara melakukan koneksi dengan *breadboard* dan komponen lainnya.



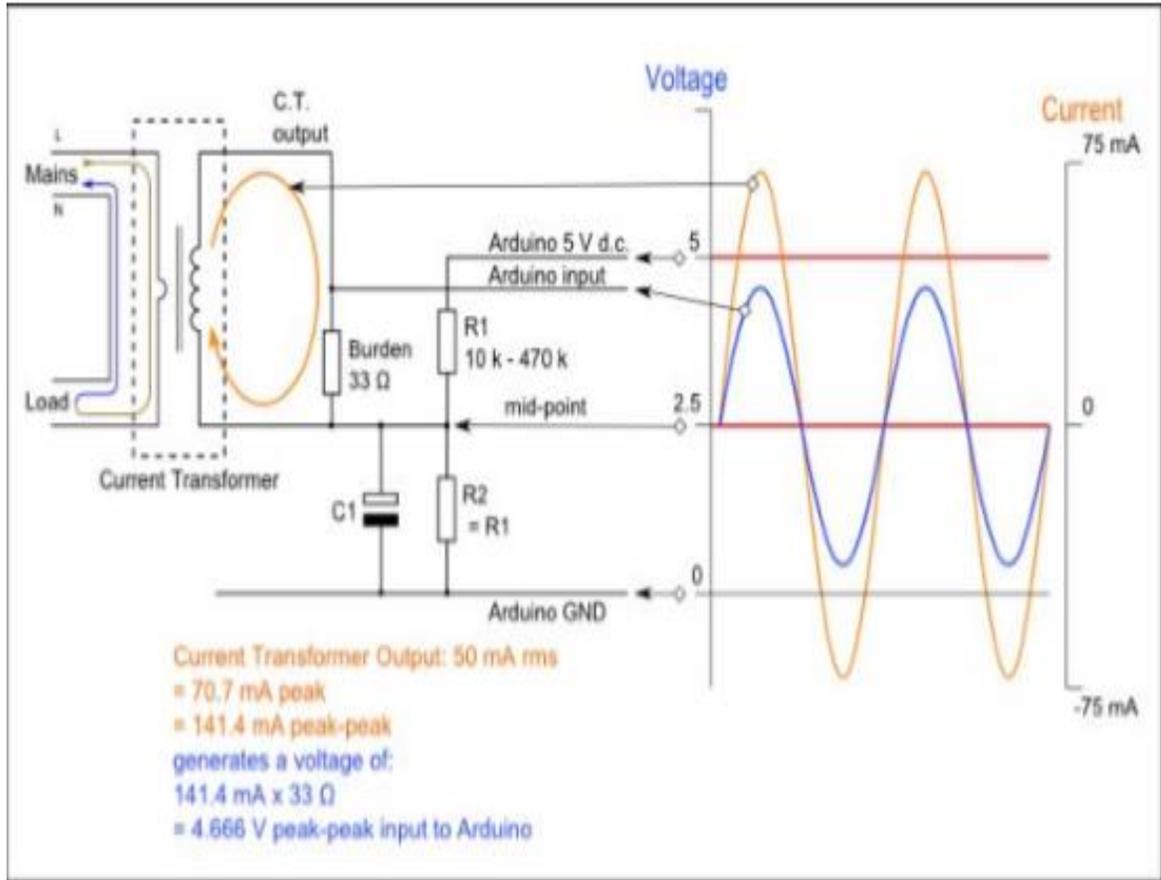
Gambar 1.25 ESPECTRO

Spesifikasi yang terdapat pada ESPECTRO

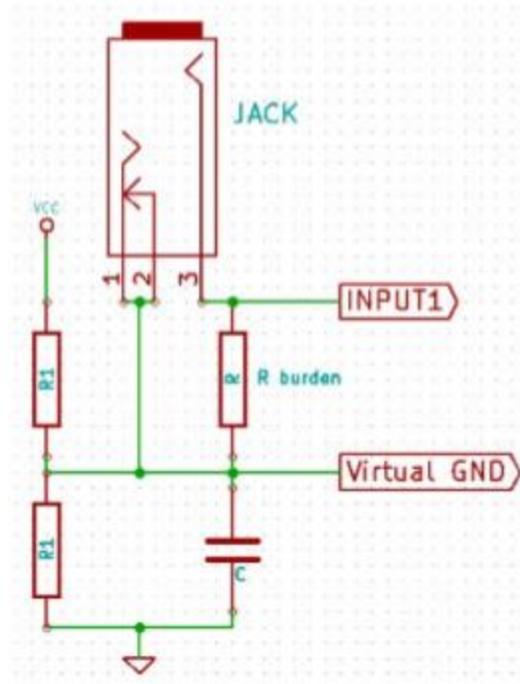
- ✓ Based on ESP8266 ESP-12F
- ✓ Built-in USB to TTL
- ✓ Auto-flashing
- ✓ Reset and flash button
- ✓ Built-in programmable LED and button
- ✓ 3 RGB LED 'Neopixel'
- ✓ Rechargeable Battery (optional for rechargeable battery version)
- ✓ BME280 (Temperature, Pressure, and Humidity Sensor)
- ✓ APDS9960 (Ambient Light, RGB Color, Proximity, and Gesture Sensor)
- ✓ LSM303 (Acceleration and Magnetic Sensor)
- ✓ MAX17048 (Battery Voltage Measurement)

3) Membuat Rangkaian Antar Muka Sensor dan ESpectro

Sensor yang digunakan adalah Current Transformers (CTs) SCT-013 yang dapat digunakan untuk mengukur arus bolak balik hingga 100 Ampere. Rangkaian antar muka SCT-013 dengan arduino dapat dilihat pada gambar 1.26 berikut.

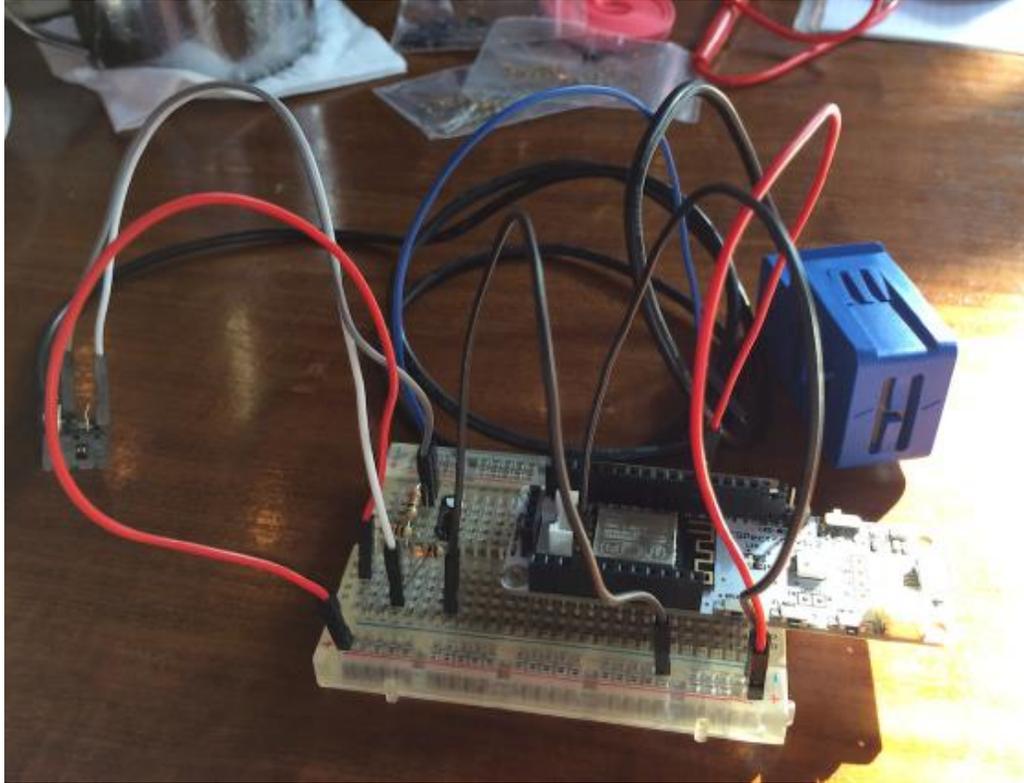


Gambar 1.26 Rancangan antarmuka arduino dan sensor SCT-013 (sumber: <https://openenergymonitor.org/forum-archive/node/156.html>)



Gambar 1.27 Rangkaian konektor sensor menggunakan jack audio (Sumber: Procodecg Sensor Data Acquisition Remote Training v0.8)

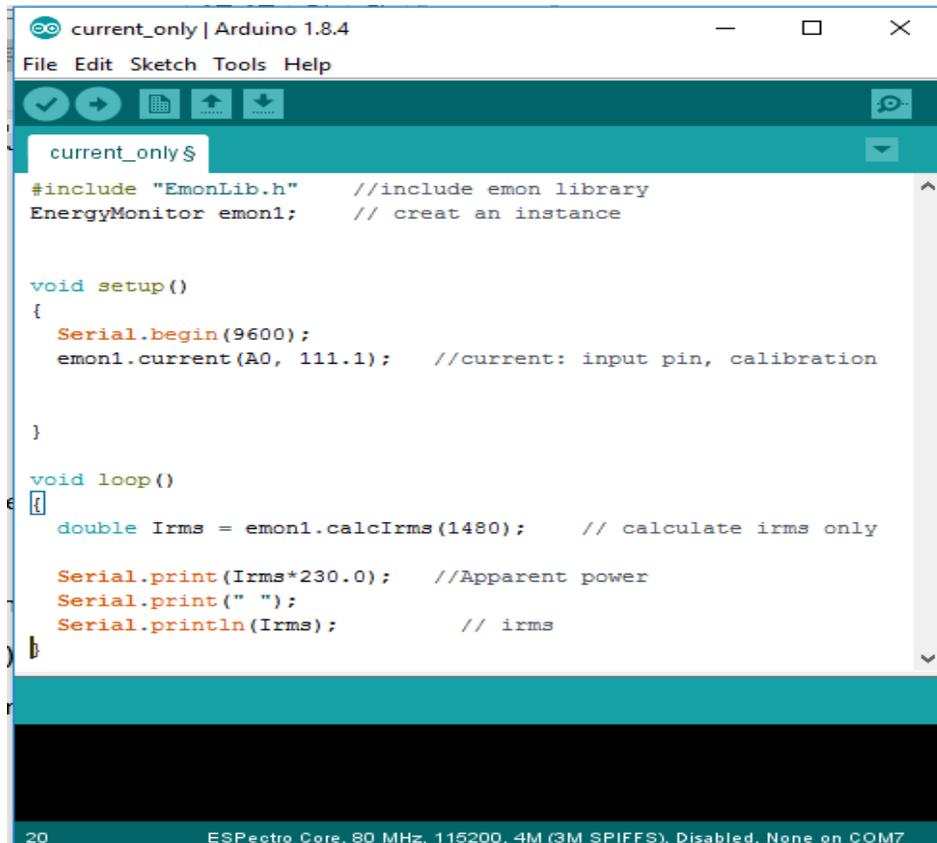
Dari rancangan tersebut dibuatlah rangkaian dengan spesifikasi nilai  $R_1 = R_2 = 10\text{ K}\Omega$ , Nilai R beban =  $33\Omega$ , dan nilai kapasitor C1 sebesar  $10\mu\text{F}$  yang dapat dilihat pada gambar 1.28 berikut.



Gambar 1.28 Rangkaian Sensor CT SCT-013 berbasis WSN

b. Koneksi Perangkat Lunak Arduino Pada PC

Setelah selesai merangkai ESPECTRO, selanjutnya adalah membuat pengkodean untuk menghubungkan antara Arduino dan ESPECTRO seperti gambar dibawah ini:



```
current_only $
#include "EmonLib.h" //include emon library
EnergyMonitor emon1; // creat an instance

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  emon1.current(A0, 111.1); //current: input pin, calibration
}

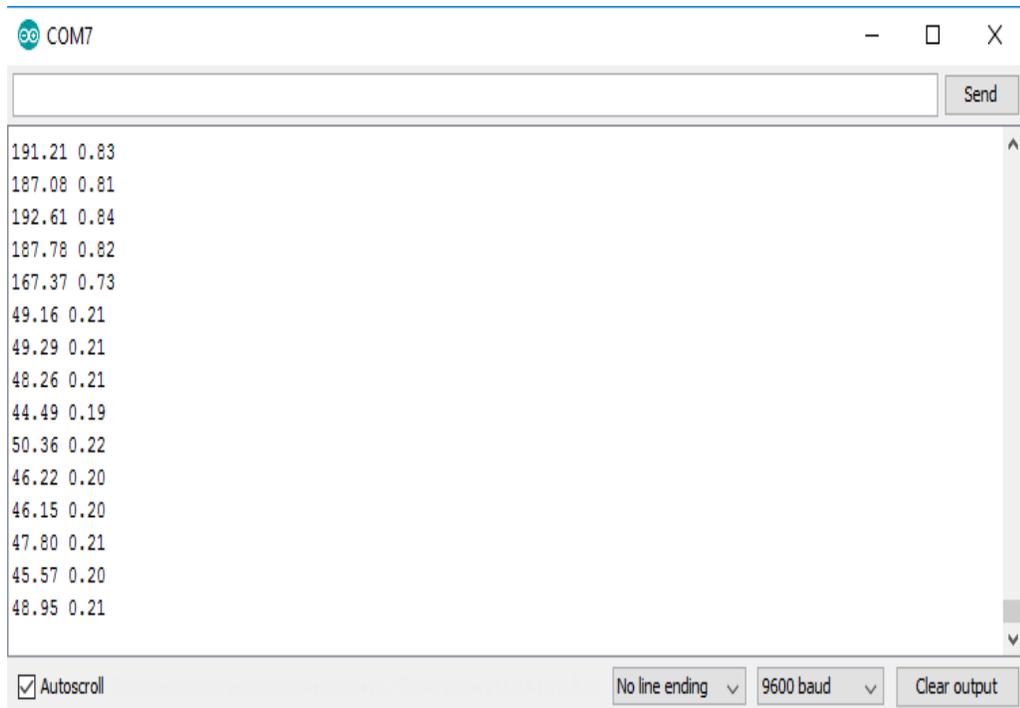
void loop()
{
  double Irms = emon1.calcIrms(1480); // calculate irms only

  Serial.print(Irms*230.0); //Apparent power
  Serial.print(" ");
  Serial.println(Irms); // irms
}
```

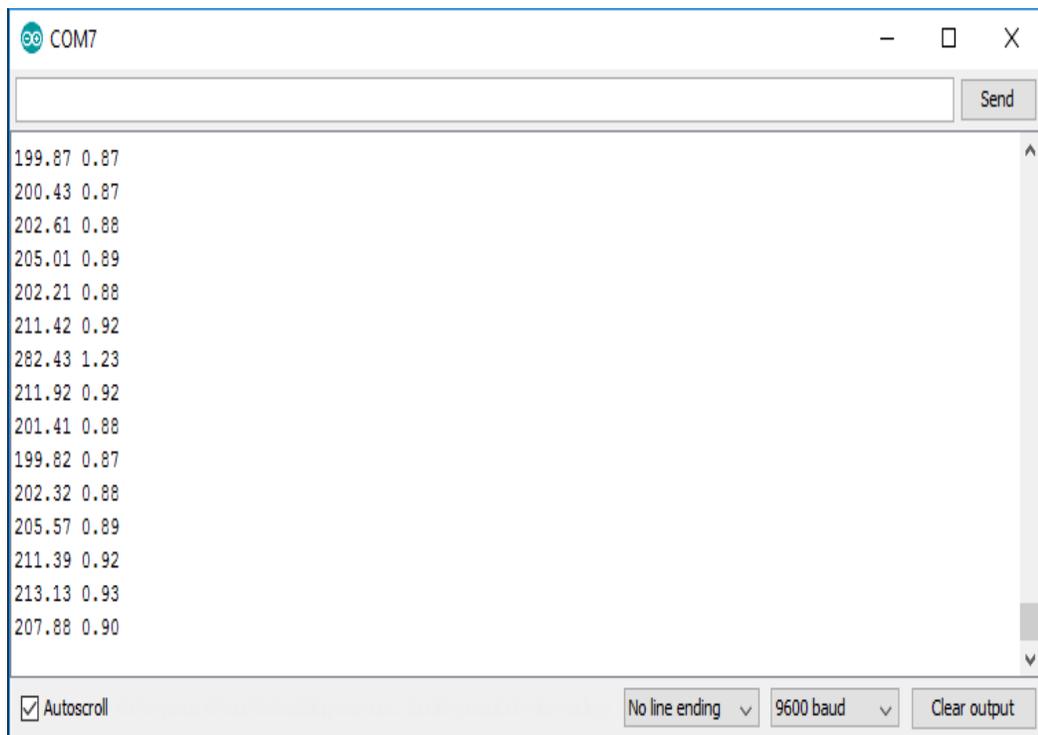
20 ESPECTRO Core, 80 MHz, 115200, 4M (3M SPIFFS), Disabled, None on COM7

Gambar 1.29 Kode pada Arduino

Setelah selesai melakukan pengkodean pada Arduino, jalankan aplikasi dengan cara menekan tombol panah (*upload*) tunggu sampai 100% berjalan, kemudian lihat hasil tegangan sebelum dan sesudah diukur dengan cara menekan serial monitor yang berada di pojok kanan, maka akan tampil seperti gambar 1.30.



Gambar 1.30 Hasil Uji Alat Ukur Sensor Arus Berbasis WSN Sebelum Diberi Beban



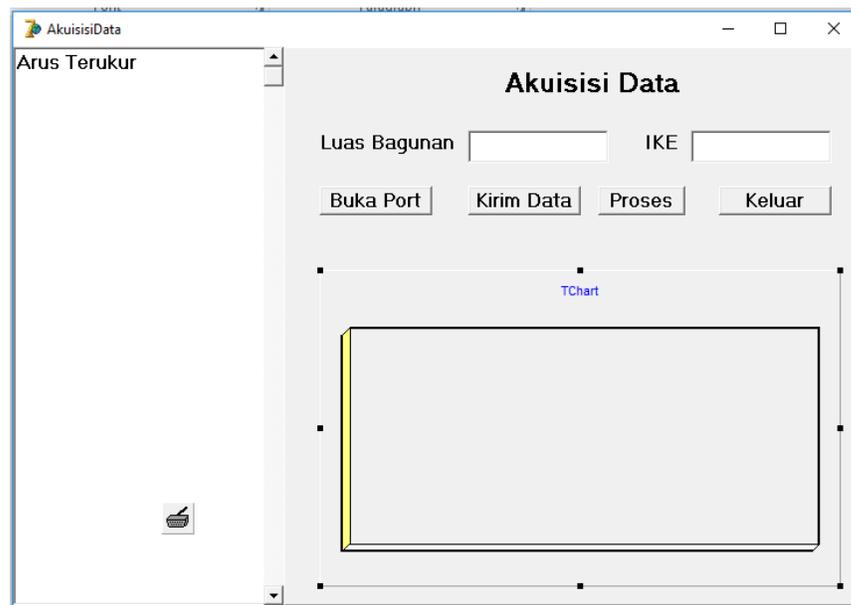
Gambar 1.31 Hasil Uji Alat Ukur Sensor Arus Berbasis WSN Setelah Diberi Beban

c. Perancangan Antar Muka Aplikasi Perhitungan IKE Pada Delphi7

1) Buatlah antar muka dengan komponen sebagai berikut :

- ✓ 1 TMemo
- ✓ 1 TChart
- ✓ 2 Tedit
- ✓ 3 TLabel
- ✓ 4 Tbutton
- ✓ 1 TComPort

2) Buatlah desain form seperti contoh pada gambar 1.32 berikut :



Gambar 1.32 Disain Antar Muka Aplikasi Perhitungan IKE

3) Ketikkan Kode Pada Masing-masing Buton

- ✓ Pada Button Buka Port ketikkan kode berikut :

```
procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
begin
  ComPort1.Open;
  x := 0;
end;
```

- ✓ Pada Button Kirim Data ketikkan kode berikut :

```
procedure TForm1.Button2Click(Sender: TObject);
begin
  //ComPort1.WriteStr(edit1.Text);
```

```

end;
procedure TForm1.ComPort;
var s : string; i,j: integer;
begin
  //ComPort1.ReadStr(s);
  Memo1.Lines.Add(s);
  val(s,i,j);
  //i:= strtoint(s);
  // series1.AddXY( x,i,inttostr(x));
  inc(x);
  // series1.GetHorizAxis.SetMinMax(x-10,x);
end;

```

- ✓ Pada Button Keluar ketikkan kode berikut :

```

procedure TForm1.Button3Click(Sender: TObject);
begin
  ComPort1.Close;
end;

```

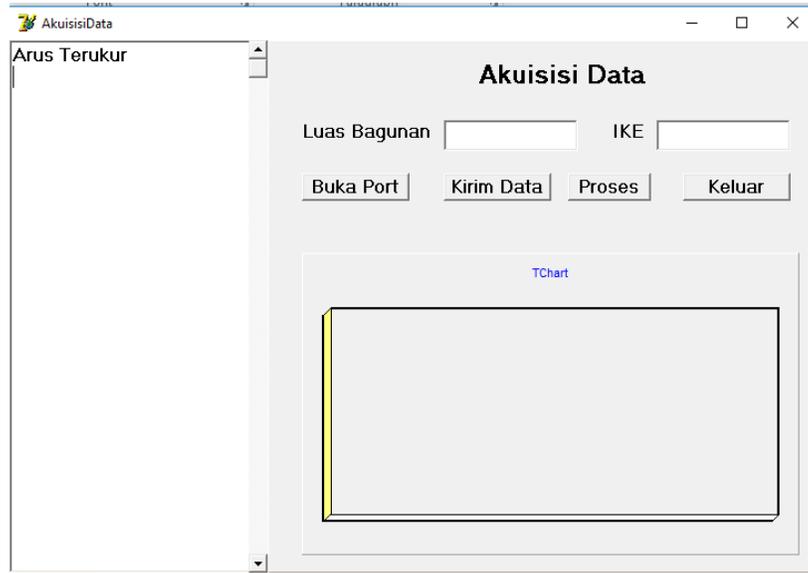
- ✓ Untuk melakukan sinkronisasi dengan sensor, ketikkan kode berikut pada software Arduino :

```

int x = 0;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(13,OUTPUT);
  digitalWrite(13,LOW);
}
void loop() {
  if(Serial.available()>0) {
    x = Serial.read();
    if(x==48) {
      digitalWrite(13,LOW);
    }
    else if (x==49) {
      digitalWrite(13,HIGH);
    }
  }
  Serial.println(x);
  delay(500);
}
}

```

- 4) Compile program (F9) kemudian Run program (Ctrl+F9). Apabila tidak terdapat kesalahan pada pengkodean maka aplikasi akan tampil seperti dapat dilihat pada Gambar 1.33.



Gambar 1.32 Antar Muka Aplikasi Perhitungan IKE

Daftar Pustaka :

- [1] Antony Pranata, *Pemrograman Borland Delphi 6, Edisi 4*, ANDI Yogyakarta, Yogyakarta, 2003.
- [2] Tim. "Procodecg Sensor Data Acquisition Remote Training 0.8", Procodecg, Bandung, 2017
- [3] Dycodex, "Buku Panduan ESpectro Development Board", [Online pdf], <https://shop.makestro.com/product/espectro-core/> (diakses pada tanggal 13 September 2017, pukul 21.40 WIB)



# *Kumpulan Abstrak* **Seminar Nasional 2017** *Pendidikan MIPA dan Teknologi*

*"PENINGKATAN MUTU PENDIDIKAN MIPA DAN TEKNOLOGI  
UNTUK MENUNJANG PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN"*

## *Bidang Kajian*

1. Matematika dan Pendidikan Matematika,
2. Fisika dan Pendidikan Fisika,
3. Kimia dan Pendidikan Kimia
4. Biologi dan Pendidikan Biologi,
5. Sains dan Pendidikan Sains,
6. Informatika dan Pendidikan Teknologi Informasi dan Komunikasi,
7. Dan Bidang-Bidang Lainnya yang Relevan dengan Bidang Mipa dan Teknologi.



**SNPMT I**

*Sabtu, 14 Oktober 2017*



**Penyelenggara:**

**FAKULTAS PENDIDIKAN MIPA dan TEKNOLOGI  
IKIP PGRI Pontianak**

Web: <http://snpmipatek.ikipgriptk.ac.id>

Email : [snpmipatek.ikipgriptk@gmail.com](mailto:snpmipatek.ikipgriptk@gmail.com)

Prosiding Online: [www.ocs.ikipgriptk.ac.id](http://www.ocs.ikipgriptk.ac.id)

Jurnal Online : [www.journal.ikipgriptk.ac.id/index.php/saintek](http://www.journal.ikipgriptk.ac.id/index.php/saintek)

**JADWAL SEMINAR PARALEL**

Ruang : STC-03  
 Bidang : Sains dan Pendidikan Sains & Informatika dan Pendidikan TIK  
 Penanggung Jawab Ruang : Ratih Widya Nurcahyo, S.Kom., M.Pd.

| NO. | WAKTU            | NAMA  | JUDUL  | INSTANSI   | MODERATOR                      |
|-----|------------------|---|--|--|--------------------------------|
| 1.  | 13.00 –<br>13.30 | Nurul Anriani   | Perangkat Pembelajaran Berbasis HOTS dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Logis   | Universitas Sultan Ageng Tirtayasa   | <b>Budianingsih</b>            |
|     |                  | Vindo Feladi  | Pembelajaran Fisika dengan Metode <i>Computer Assisted Instruction</i> (CAD) Menggunakan Media Animasi dan Video Ditinjau dari Kemampuan Awal Siswa        | Program Studi Pendidikan TIK IKIP PGRI Pontianak   |                                |
| 3.  | 13.30 –          | Ismael Marjuki,<br>Hairian Rahmadi                      | Pengaruh Temperatur pada Campuran Bahan Bakar Solar dan Minyak Jelantah terhadap Dinamika Api  | Perawatan dan Perbaikan Mesin Politeknik Negeri Ketapang   | <b>Dini Oktarika</b>           |
| 4.  | 14.00            | Sri Rama Dona,<br>Nely Kurnila                          | Identifikasi Vegetasi Perkebunan Sawit terhadap Ketersediaan Air Tanah di Kecamatan Sungai Melayu Rayak Kabupaten Ketapang                                 | <sup>1</sup> Program Studi Budidaya Tanaman Perkebunan Politeknik Negeri Ketapang<br><sup>2</sup> Program Studi Teknik Pertambangan Politeknik Negeri Ketapang   |                                |
| 5.  | 14.00 –<br>14.30 | Budianingsih,<br>Agus Riyanto,<br>Ida Rachmaniar Sahali | <i>Prototype</i> Sistem Keamanan Cerdas pada Komplek Perumahan   | <sup>1</sup> Program Studi Teknik Informatika Politeknik Negeri Pontianak<br><sup>2</sup> Program Studi Elektronika Politeknik Negeri Pontianak<br><sup>3</sup> Departemen Teknik Elektro Universitas Hasanudin Makassar | <b>Imanuel Sairo<br/>Awang</b> |
|     |                  | Ledy Purwandani,<br>Libertus Darius,<br>Fenny Imelda    | Aktivitas Prebiotik Ekstrak Kasar Polisakarida Larut Air Biji Durian <i>In Vitro</i> pada <i>Lactobacillus plantarum</i> dan <i>Bifidobacterium longum</i> | <sup>1,2,3</sup> Program Studi Teknologi Pengolahan Hasil Perkebunan Jurusan Teknologi Pertanian Politeknik Negeri Pontianak   |                                |
| 6.  |                  |   |  |  |                                |

| NO. | WAKTU            | NAMA  | JUDUL  | INSTANSI   | MODERATOR      |
|-----|------------------|---|--|--|----------------|
| 7.  | 14.30 –          | Dini Oktarika,<br>Wina Dharmayanti            | Penerapan Media <i>Learning Management System</i> (LMS) pada Mata Kuliah Simulasi Digital terhadap Hasil Belajar Siswa Mahasiswa Semester II Prodi TIK IKIP PGRI Pontianak | <sup>1,2</sup> Program Studi Pendidikan TIK FPMIPA dan Teknologi IKIP PGRI Pontianak | Yunita         |
|     |                  | Freska Rolansa,<br>Suheri                     | Aplikasi Penentuan Tingkat Kepuasan Mahasiswa terhadap Layanan Pendidikan di Program Studi Teknik Informatika Politeknik Negeri Pontianak Berbasis <i>Fuzzy</i>            | <sup>1,2</sup> Program Studi Teknik Informatika Politeknik Negeri Pontianak          |                |
| 9.  | 15.00 –          | Immanuel Sairo Awang,<br>Andri                | Penerapan Pembelajaran Berorientasi <i>Taxonomy For Science Education</i> terhadap Hasil Belajar Siswa Sekolah Dasar   | <sup>1,2</sup> STKIP Persada Khatulistiwa Sintang                                    | Nurul Anriani  |
| 10. | 15.30            | Munawar Cholli,<br>Imam Hardjono              | Model Pengelolaan Resiko Bencana Tanah Longsor Berbasis Tata Ruang di Kabupaten Karanganyar  | <sup>1,2</sup> Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta                  |                |
| 11. | 15.30 –<br>16.00 | Yunita,<br>Mariana Syamsudin,<br>Yasir Arafat | Kajian Penggunaan <i>Wireless Sensor Network</i> untuk <i>Real-Time Monitoring</i> Penggunaan Energi Listrik di Politeknik Negeri Pontianak                                | <sup>1,2,3</sup> Electrical Engineering Department State Polytechnic of Pontianak    | Ismael Marjuki |
|     |                  | Yuli Priyana,<br>Alif Noor Anna               | Kajian Kerawanan Kekeringan di DAS Bengawan Solo Hulu Tengah   | <sup>1,2</sup> Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta                  |                |
| 12. |                  |   |  |  |                |

---

**KAJIAN PENGGUNAAN *WIRELESS SENSOR NETWORK* UNTUK *REAL-TIME MONITORING* PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK  
DI POLITEKNIK NEGERI PONTIANAK**

**Yunita<sup>1</sup>, Mariana Syamsudin<sup>2</sup>, Yasir Arafat<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Electrical Engineering Department State Polytechnic of Pontianak

<sup>1</sup>e-mail: yunita.florez@gmail.com

---

**Abstrak.** *Wireless Sensor Network* merupakan teknologi yang menghubungkan node-node pada suatu jaringan nirkabel. Satu node pada WSN terdiri dari sensor, prosesor, penyimpanan, radio berdaya rendah, dan baterai. Salah satu aplikasi dari WSN adalah *real-time monitoring* penggunaan energi listrik untuk manajemen energi. Pada penelitian ini penggunaan energi listrik dilihat dari nilai arus yang terukur. Sehingga dibuatlah suatu alat ukur arus menggunakan sensor *Current Transformers* SCT-103 yang dihubungkan dengan sebuah modul pengendali mikro *ESpectro*. Penggunaan *ESpectro* dikarenakan modul ini sudah dilengkapi dengan radio dan data hasil pengukuran akan dikirim melalui radio ke komputer pusat agar dapat dianalisa lebih lanjut. Pada hasil pengukuran diperoleh nilai arus yang terukur menggunakan sensor arus memiliki nilai yang tidak jauh berbeda dibandingkan pengukuran dengan tang ampere. Selain itu, penggunaan menggunakan modul ini memberikan kemudahan dalam kegiatan pengukuran sehingga modul yang ada dapat digunakan untuk pemantauan penggunaan energi listrik di Politeknik Negeri Pontianak secara *real-time*.

**Kata Kunci:** *Wireless Sensor Network, Real-Time Monitoring, ESpectro, SCT-103.*

---

**KAJIAN KERAWANAN KEKERINGAN  
DI DAS BENGAWAN SOLO HULU TENGAH**

**Yuli Priyana<sup>1</sup>, Alif Noor Anna<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta

<sup>1</sup>e-mail: yuli\_priyana@ums.ac.id

---

**Abstrak.** Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan salah satu faktor penentu kondisi sumber daya air di suatu wilayah. Permasalahan kebencanaan di DAS Bengawan Solo Hulu Tengah seperti banjir, kekeringan, lahan kritis, dan tanah longsor yang terjadi berdampak pada sektor pertanian sehingga menurunkan tingkat ketahanan pangan wilayah. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis tingkat kekeringan di DAS Bengawan Solo Hulu Tengah. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei. Analisis data menggunakan metode skoring berjenjang. Hasil penelitian menunjukkan nilai skor tertinggi untuk parameter kekeringan terdapat di Sub Das Alang Unggahan sebesar 3,20 dan terendah terdapat di Sub DAS Jlantah Walikun Ds, dan Keduang, yakni sebesar 2,525. Tingkat kerawanan kekeringan di DAS Bengawan Solo Hulu Tengah adalah sedang dan rendah. Tingkat kerawanan kekeringan sedang tersebar di Sub DAS Alang Unggahan, Bambang, Dengkeng, Mungkung, Pepe, Samin, dan Sub DAS Wiroko Temon. Sementara itu kelas kerawanan kekeringan rendah terdapat di Sub DAS Jlantah Walikun Ds, dan Sub DAS Keduang.

**Kata Kunci:** kerawanan, kekeringan, DAS Bengawan Solo Hulu Tengah.