

**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
(Baah, 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/m² per tahun, tahun 2015 sebesar 62,30 kWh/m² per tahun dan pada tahun 2016 sebesar 44,79 kWh/m² 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, penggunaan, 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/ Keilmuan/ 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 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 Kajian integrasi faktor agroekologi dan sosial ekonomi lahan pertanian dan perikanan Pengembangan varietas unggul tanaman dan ikan yang toleran terhadap cekaman biotik dan abiotik Pengembangan metode pengawasan dan pengendalian yang akurat terhadap bahan-bahan berbahaya dalam produk asal tanaman dan hewan/ikan Pengembangan teknologi produksi pangan ramah lingkungan Pengembangan bahan pangan (<i>ingredients</i>) dan bahan tambahan (<i>food additives</i>) yang aman 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 Kajian penguatan kelembagaan dibidang produksi, distribusi, dan pemasaran pangan Kajian pengembangan kebijakan dan informasi sistem agribisnis pangan 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 Peningkatan mutu produk pertanian /hewan ternak/perikanan segar dan pangan olahan Peningkatan nilai tambah hasil pertanian/perikanan dengan mengolah menjadi produk lanjutan Diversifikasi pangan berbasis sumber daya lokal	Pengembangan teknologi penanganan pasca panen/post mortem serta teknologi pengolahan yang efisien dan ramah lingkungan Pengembangan rancang bangun alat/mesin pasca panen/post mortem dan pengolahan Teknologi penanganan pasca panen/post mortem produk segar Rancang bangun dan teknologi pengolahan sektor hilir pangan hasil pertanian/ternak /perikanan Pengembangan teknologi pengolahan bahan untuk industri pangan berbahan baku lokal Rancang bangun pengolahan bahan baku industri pangan yang sederhana dan aplikatif untuk menghasilkan produk sesuai spesifikasi industri Pengembangan pangan fungsional berbasis bahan baku lokal 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 Kampanye budaya hemat energi	Pengembangan mesin konversi energi yang efisien Pengembangan teknologi pemanfaatan energi sisa Pengembangan sistem monitoring dan evaluasi unjuk kerja mesin konversi energi Penerapan teknologi hemat energi di berbagai sektor 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 Studi kelayakan pengembangan sistem pembangkit listrik dari sumber energi baru dan terbarukan Pengembangan teknologi pengolahan limbah pertanian/perkebunan dan industri (biomasa) menjadi bahan bakar Pengembangan teknik pembakaran biomasa yang efisien Pengembangan pembangkit listrik dari sumber energi

Fokus Riset : Teknologi Informasi dan Komunikasi				
<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.
Fokus Riset : Otonomi Daerah dan Desentralisasi				
<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 Identifikasi good governance sesuai karakteristik daerah Inovasi manajemen dalam pelaksanaan otonomi	Kajian terhadap praktik dan model good governance Kajian terhadap parameter pengukuran dan faktor keberhasilan otonomi daerah Kajian mengenai kearifan lokal dalam eksplorasi dan pemanfaatan sumber daya alam daerah otonom 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 Peningkatan kapasitas produksi sektor industri yang berbasis sumber daya daerah otonom 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
Fokus Riset Pengembangan Manusia dan Daya Saing				
<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 Rendahnya produktivitas dan profesionalism pekerja di pedesaan	Pemerataan pendidikan dan kesejahteraan masyarakat Menurunkan kesenjangan ekonomi antara pekerja	Kajian terhadap faktor penyebab kesenjangan pendidikan, kesejahteraan maupun pengangguran dan upaya untuk menguranginya Pengembangan model pemberdayaan dalam upaya mengurangi kesenjangan
	Pengangguran	Pengangguran yang terus bertambah Tingginya tingkat pengangguran dan rendahnya kualitas sumber daya manusia	Menurunkan jumlah pengangguran Peningkatan semangat kerja dan jiwa kewirausahaan penduduk pedesaan	Pengembangan model pendidikan dan inkubator bisnis kewirausahaan pedesaan 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^[5] pada PT. XYZ merekomendasikan penerapan teknologi hemat energi pada PT.XYZ sedangkan Apriyanto dan Ciptomulyono^[7] 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

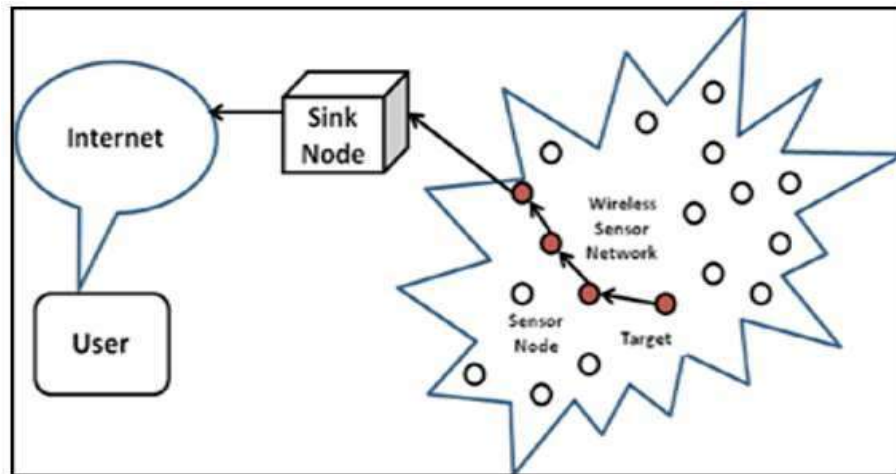
Dalam penelitian ini menggunakan teknologi Wireless Sensor Network untuk mengukur arus pada gedung-gedung di Politeknik Negeri Pontianak. Hal ini bertujuan untuk memvalidasi data-data pengukuran arus yang sebelumnya sudah dilakukan secara manual dengan menggunakan tang ampere. Pengukuran menggunakan 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:

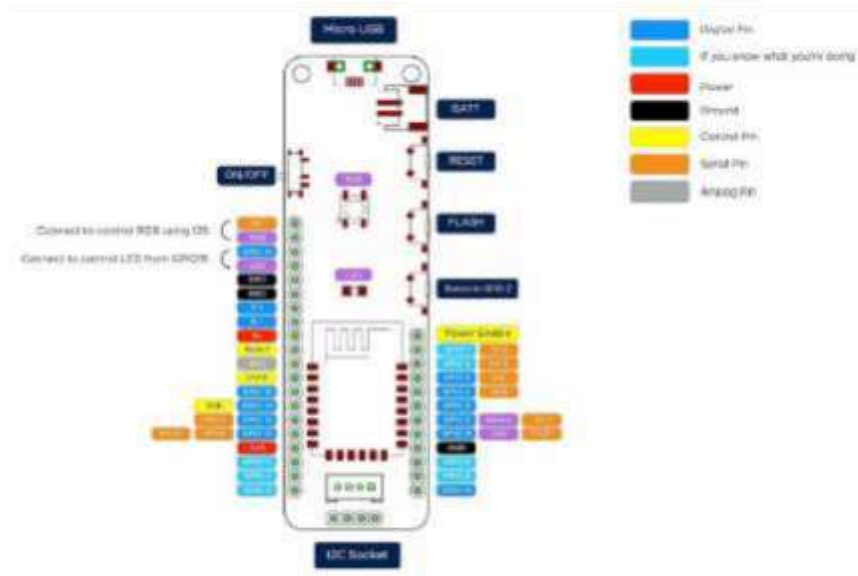
1. Arus Input: 0 ~ 100A AC
2. Mode keluaran: 0 ~ 50mA
3. Non-linearity: $\pm 3\%$
4. Turn Ratio: 100A:0,05A
5. Tingkat Resistansi: Tingkat B
6. Temperatur Kerja: $-25^{\circ}\text{C} \sim 70^{\circ}\text{C}$
7. Dielectric strength: 1000V AC/1min 5mA
8. Leading wire in length: 1m
9. Ukuran: 13mm x 13mm

[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.



Gambar 2.3 Pinout ESPECTRO development board

[24]

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 (m²)
- 2) Konsumsi energi bangunan gedung per tahun (kWh/tahun)
- 3) Intensitas Konsumsi Energi (IKE) bangunan gedung per tahun (kWh/m²/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 (KVA_r), 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 ¹⁾	TS ⁺¹
1	Publikasi Ilmiah ²⁾	International	Draft	Reviewed
		Nasional Terakreditasi	Draft	Published
2	Pemakalah dalam temu ilmiah ³⁾	Internasional	Draft	Sudah dilaksanakan
		Nasional	Draft	Sudah dilaksanakan
3	Invited Speaker dalam temu ilmiah ⁴⁾	Internasional	Tidak ada	Tidak ada
		Nasional	Tidak ada	Tidak ada
4	Hak Kekayaan Intelektual ⁵⁾	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 ⁶⁾		Tidak ada	Tidak ada
6	Model/Purwarupa/Desain/Karya Seni/Rekayasa Sosial ⁷⁾		Draft	Sudah dilaksanakan
7	Buku Ajar (ISBN) ⁸⁾		Tidak ada	Tidak ada
8	Tingkat Kesiapan Teknologi (TKT) ⁹⁾		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

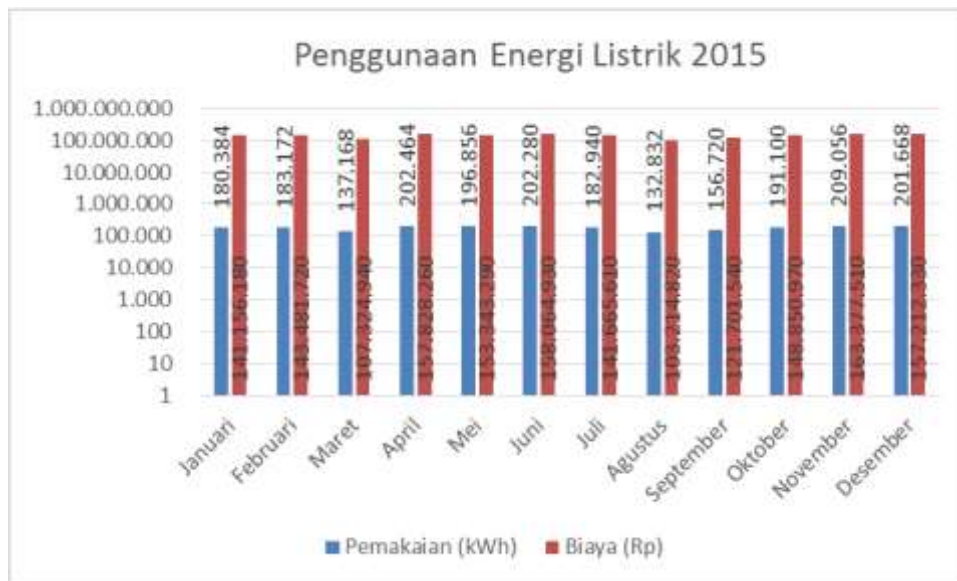
No	Bulan	Stand Meter (kWh)		Pemakaian (kWh)	Biaya (Rp)	Rp Per kWh
		Awal	Akhir			
1	2	3	4	5	6	7
1	Januari	-	-	165.037	129.146.770	782,532
2	Februari	-	-	187.937	147.214.500	783,317
3	Maret	-	-	136.811	107.045.320	782,434
4	April	-	-	202.979	158.229.650	779,537
5	Mei	-	-	186.481	145.261.310	778,962
6	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

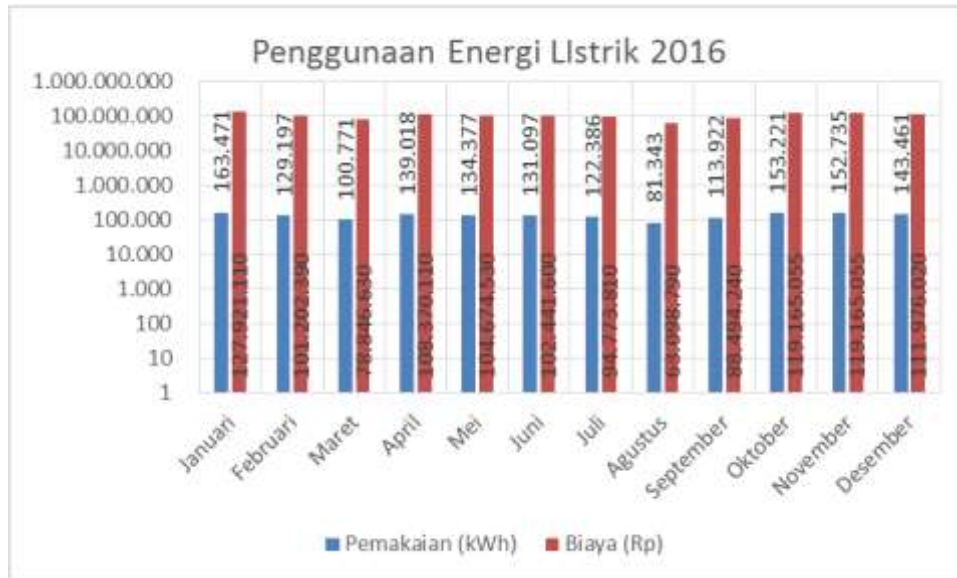
No	Bulan	Stand Meter (kWh)		Pemakaian (kWh)	Biaya (Rp)	Rp Per kWh
		Awal	Akhir			
1	2	3	4	5	6	7
1	Januari	-	-	180.384	141.156.180	782,532
2	Februari	-	-	183.172	143.481.720	783,317
3	Maret	-	-	137.168	107.324.940	782,434
4	April	-	-	202.464	157.828.260	779,537
5	Mei	-	-	196.856	153.343.290	778,962
6	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/m² 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 (kWh/m ² /thn)
1	2	3
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/m² 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 (kWh/m ² /bln)	Ruang tanpa AC (kWh/m ² /bln)
1	2	3	4
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 m². 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 :

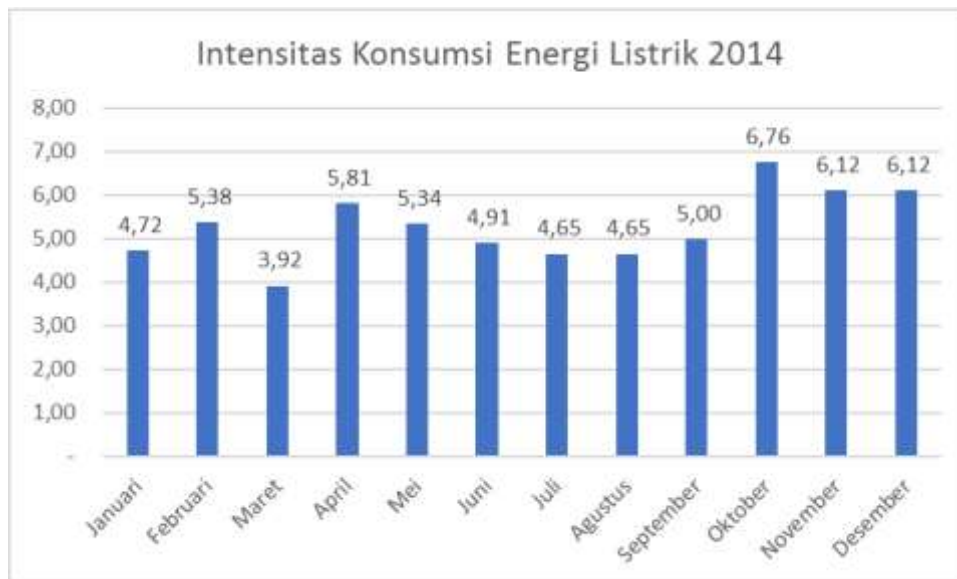
$$= (2.214.229 / 34.940)$$

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

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

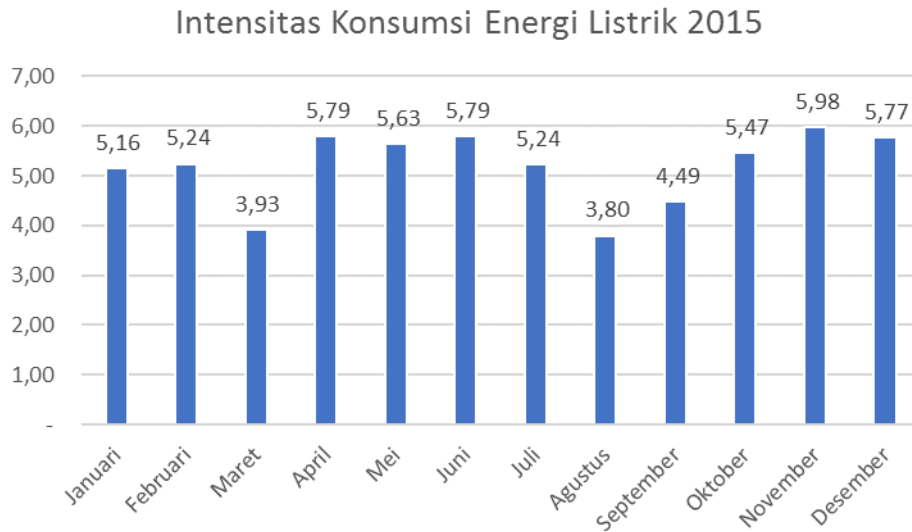
No	Bulan	Luas Gross	Tahun 2014	
		(m ²)	kWh	IKE
1	2	3	4	5
1	Januari	34.940	165.037	4,72
2	Februari	34.940	187.937	5,38
3	Maret	34.940	136.811	3,92
4	April	34.940	202.979	5,81
5	Mei	34.940	186.481	5,34
6	Juni	34.940	171.610	4,91
7	Juli	34.940	162.446	4,65
8	Agustus	34.940	162.446	4,65
9	September	34.940	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

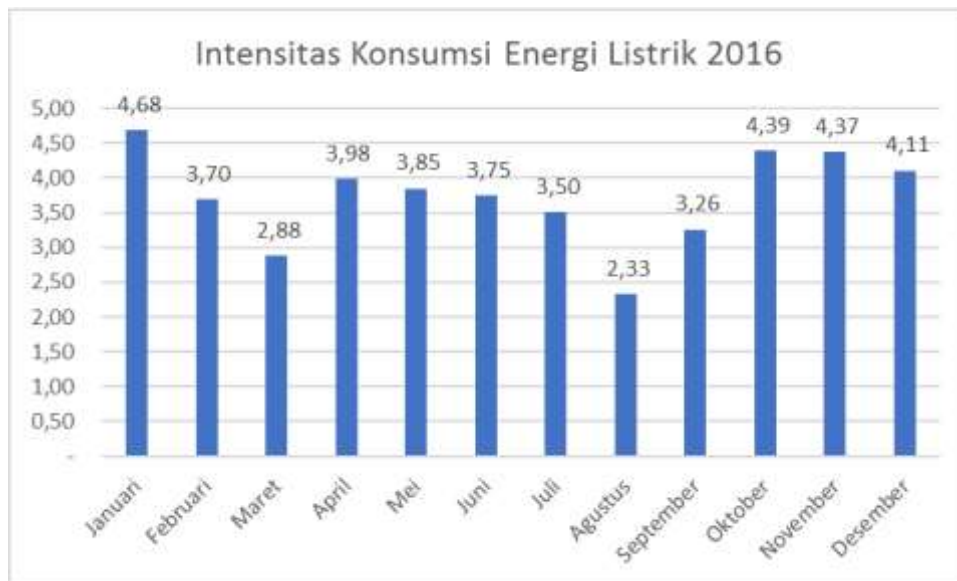
No	Bulan	Luas Gross	Tahun 2015	
		(m ²)	kWh	IKE
1	2	3	4	5
1	Januari	34.940	180.384	5,16
2	Februari	34.940	183.172	5,24
3	Maret	34.940	137.168	3,93
4	April	34.940	202.464	5,79
5	Mei	34.940	196.856	5,63
6	Juni	34.940	202.280	5,79
7	Juli	34.940	182.940	5,24
8	Agustus	34.940	132.832	3,80
9	September	34.940	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 (m ²)	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 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/ Type	Jumlah (unit)	Daya (watt)	Jlh Daya (watt)	Intensitas (Lux)	Luas (m ²)
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		
Jumlah 1			389		7713		
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		
Jumlah 2			304		12336		
3	Gedung Administrasi Jurusan dan Dosen (Rekayasa)	TL	16	(1x36)	576	200	1000
		SL	48	18	864		
		SL	82	14	1148		
Jumlah 3			146		2588		
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		
Jumlah 4			177		4681		
5	Perpustakaan	TL	34	(1x36)	1224	240	480
		SL	19	23	437		
Jumlah 5			53		1661		
6	Laboratorium AB	TL	14	(2x36)	1008	200	306
Jumlah 6			14		1008		
7	Minishop AB	TL	2	(2x36)	144	200	144
Jumlah 7			2		144		
8	Gardu Listrik 240 kVA (Ruang Genset 1)	SL	3	9	27	200	48
		SL	3	18	54		

Jumlah 8			6		81		
9	Gedung Jurusan / Laboratorium TPHP	SL	132	15	1980	200	1116
		SL	12	11	132		
		SL	26	9	234		
		Pijar	12	5	60		
Jumlah 9			182		2406		
10	Ruang Kuliah IKP	TL	12	(2x36)	864	200	217
		TL	6	(2x18)	216		
		SL	8	18	144		
Jumlah 10			26		1224		
11	Gedung ETU	SL	3	30	90	190	608
		SL	48	20	960		
Jumlah 11			51		1050		
12	Masjid	TL	2	(2x18)	72	180	407
		TL	3	(1x18)	54		
		SL	8	14	112		
		SL	11	18	198		
		SL	6	75	450		
Jumlah 12			30		886		
13	Bank BRI	SL	15	18	270	200	60
Jumlah 13			15		270		
14	Bank Syariah Mandiri	SL	19	18	342	200	60
Jumlah 14			19		342		
15	Koperasi (KOPMA)	TL	1	(1x18)	18	200	200
		SL	8	14	112		
Jumlah 15			9		130		
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		
Jumlah 16			105		5546		
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		
Jumlah 17			129		4396		
18	Bengkel Listrik	TL	43	(2x36)	3096	200	716

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

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

	Jumlah 38	101		6193		
Jumlah Total		3531	-	111521	-	34940

Sumber : Data hasil survey, pengukuran dan data sekunder

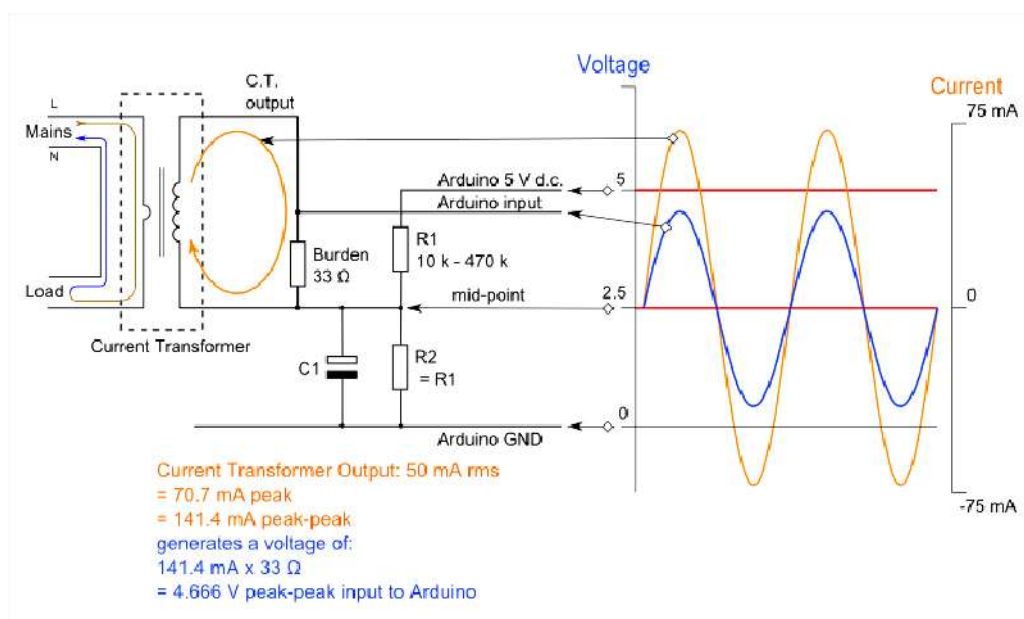
4. Alat Ukur Arus Berbasis Wireless Sensor Network

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_r), Konsumsi Energi (kWh), Frekuensi (Hz), dan lain-lain.

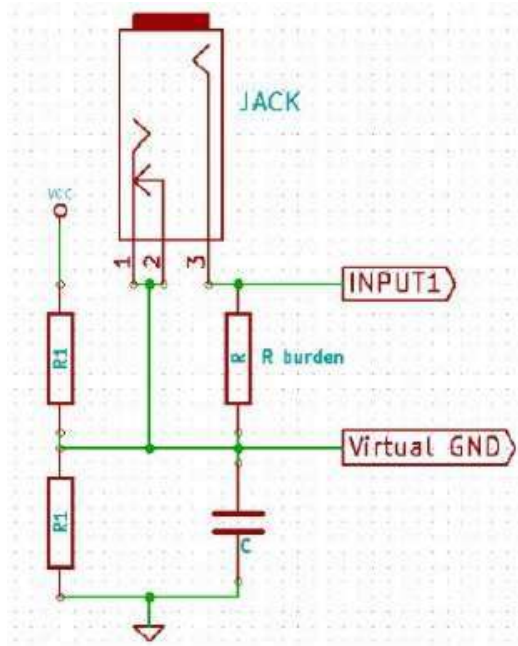
Pada penelitian ini menggunakan alat ukur arus berbasis WSN yang akan memonitor nilai arus bolak balik (AC). Data hasil pengukuran akan dikirim melalui cloud computing ke komputer pusat untuk diolah lebih lanjut. Adapun tahapan dalam pembuatan alat ukur ini adalah:

- 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.

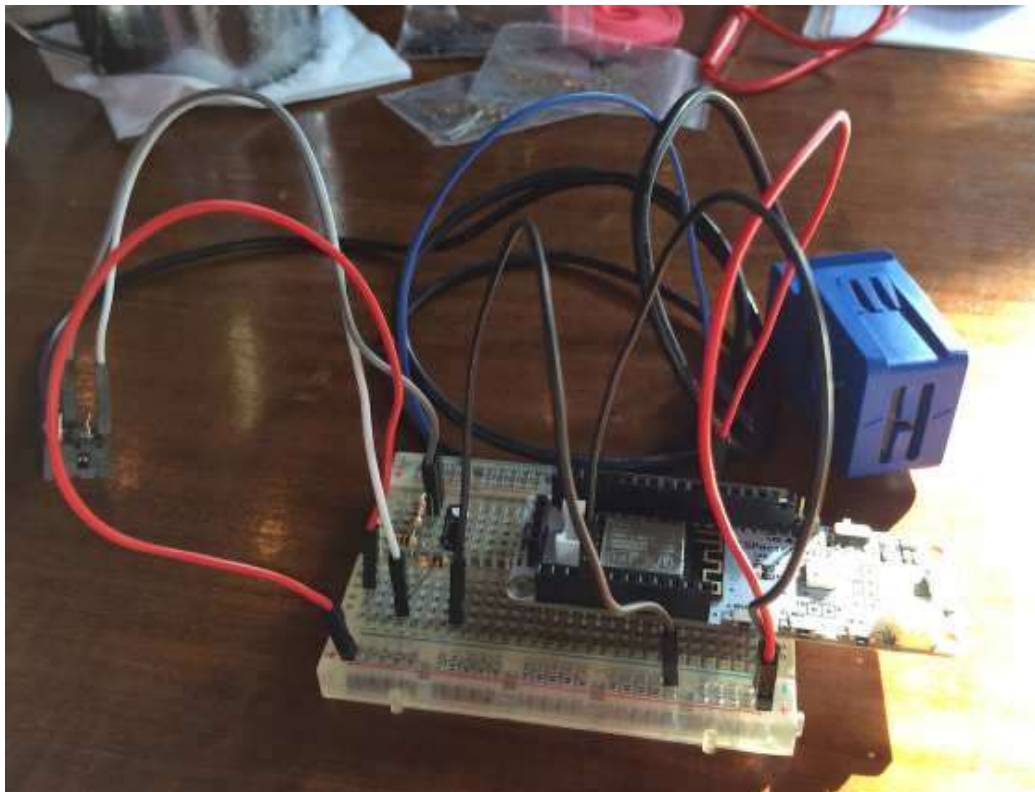


Gambar 5.7 Rancangan antarmuka arduino dan sensor SCT-013
(sumber: <https://openenergymonitor.org/forum-archive/node/156.html>)



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 $R1 = R2 = 10\text{ K}\Omega$, Nilai R beban = 33Ω , dan nilai kapasitor $C1$ 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

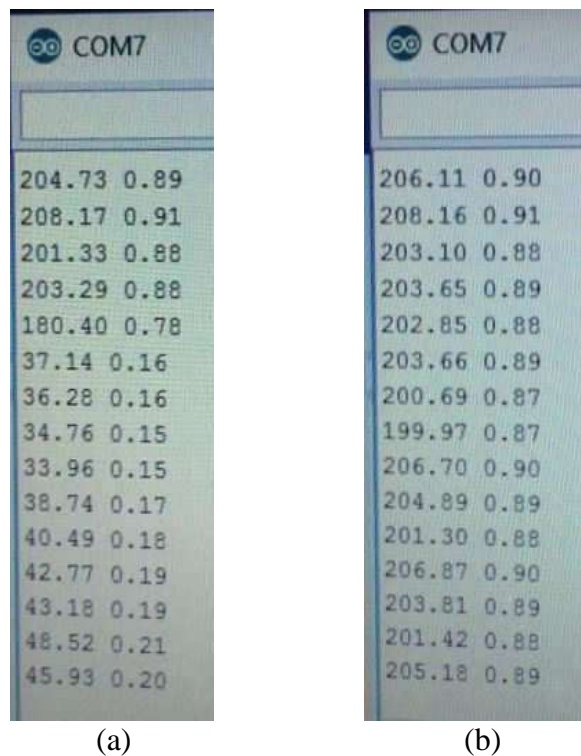
c. Mengkoneksikan alat dan PC

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 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/m² per tahun, tahun 2015 sebesar 62,30 kWh/m² per tahun dan pada tahun 2016 sebesar 44,79 kWh/m² 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.

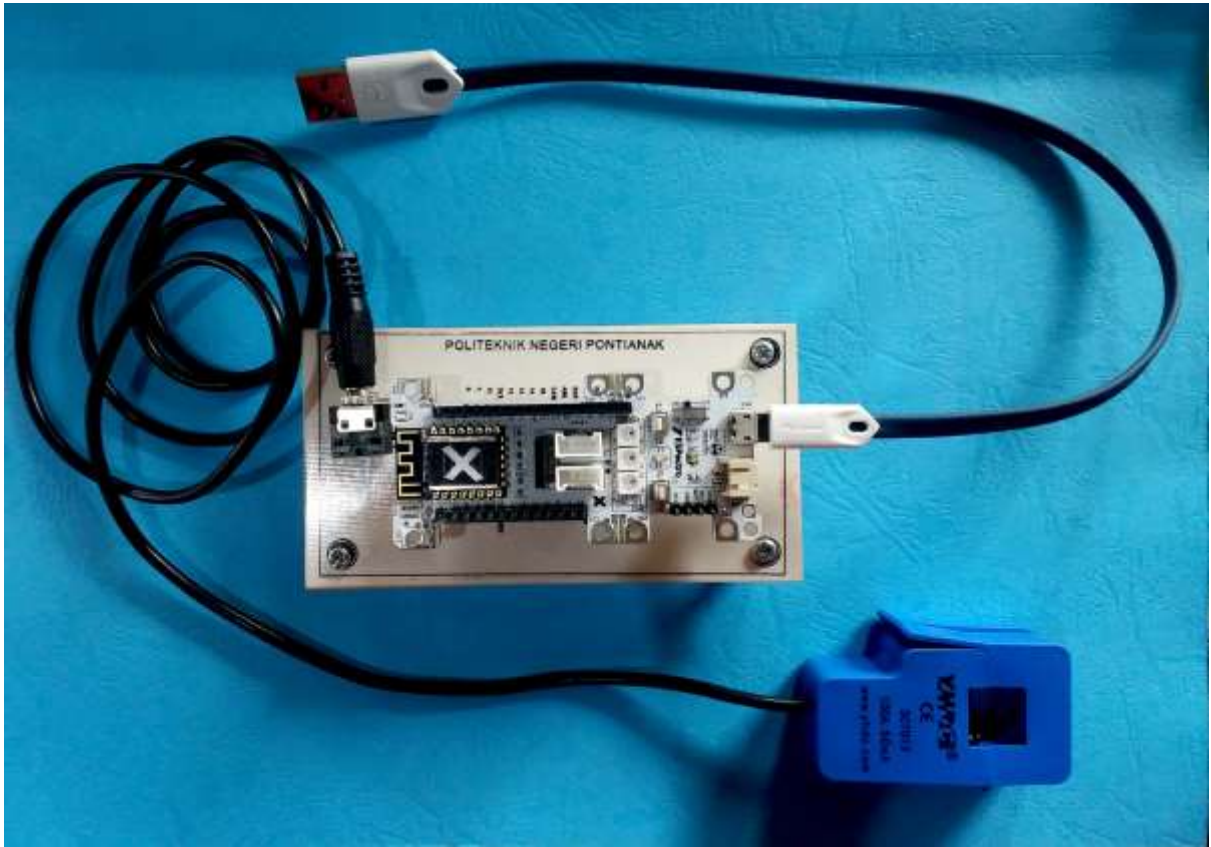
DAFTAR PUSTAKA

- [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

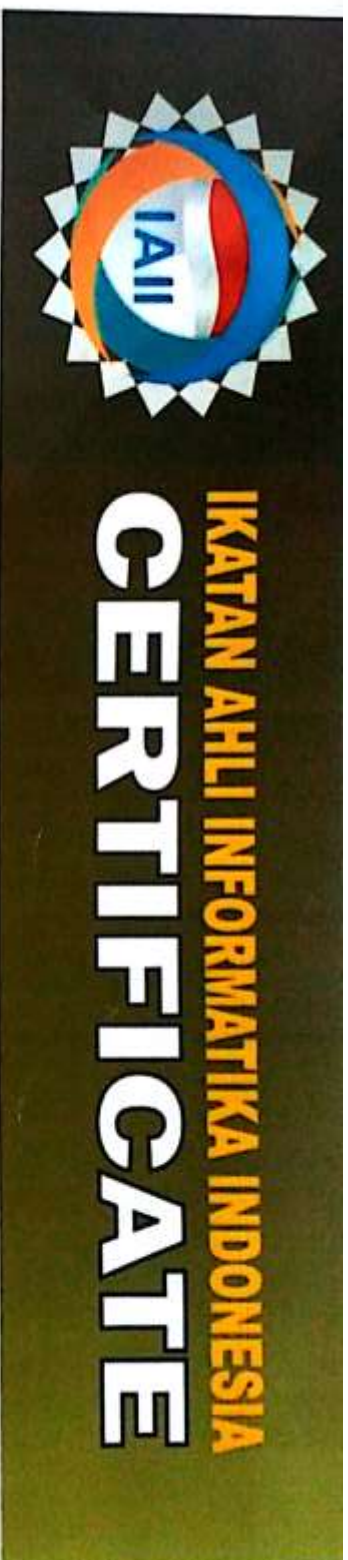
- [22] Sibarani M., "Implementasi Sistem Wireless Sensor Network Berbasis Internet Protokol (IP) untuk Pemantauan Tingkat Polusi Udara", Tugas Akhir, Program Studi Teknik Elektro, Departemen Tekni, Elektro, Fakultas Teknik Universitas Indonesia, 2008
- [23] Tim. "Procodecg Sensor Data Acquisition Remote 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 Bahan 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



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 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



SNFPMT1


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 Syamsudin¹, Wendhi Yuniarto², Yunita³

¹Jurusan Teknik Elektro, Teknik Informatika, Politeknik Negeri Pontianak, marianasyamsudin@gmail.com

²Jurusan Teknik Elektro, Teknik Elektronika, Politeknik Negeri Pontianak, wendhi_yuniarto@yahoo.co.id

³Jurusan 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/m² per tahun, tahun 2015 sebesar 62,30 kWh/m² per tahun dan pada tahun 2016 sebesar 44,79 kWh/m² 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^[7] 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^[6] 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 (m²)
- 2) Konsumsi energi bangunan gedung per tahun (kWh/tahun)
- 3) Intensitas Konsumsi Energi (IKE) bangunan gedung per tahun (kWh/m²/ tahun).
- 4) Biaya energi bangunan gedung (Rp/kWh).

4. Sensor Arus

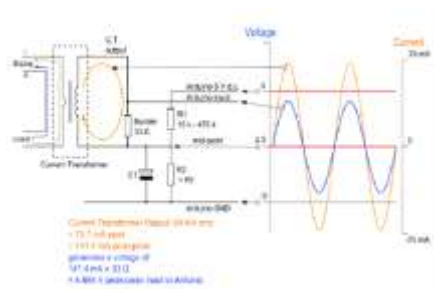
Persyaratan untuk satu audit energi seperti identifikasi dan perhitungan energi mengharuskan pengukuran-pengukuran, dimana pengukuran ini

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.

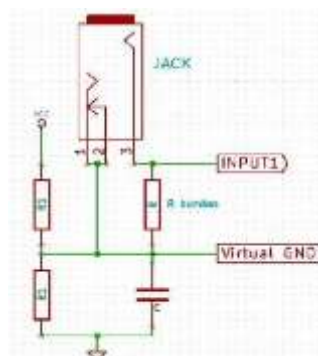
Pada penelitian ini menggunakan alat ukur arus berbasis WSN yang akan memonitor nilai arus bolak balik (AC). Data hasil pengukuran akan dikirim melalui cloud computing ke komputer pusat untuk diolah lebih lanjut. Adapun tahapan dalam pembuatan alat ukur ini adalah:

- 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.

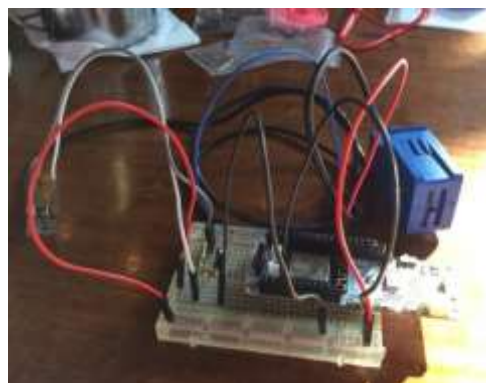


Gambar 4.1 Rancangan Antar Muka Arduino dan Sendor SCT-013 (sumber: <https://openenergymonitor.org/forum-archive/node/156.html>)



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 = 33Ω , 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 m².

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/m² per tahun, tahun 2015 sebesar 62,30 kWh/m² per tahun dan pada tahun 2016 sebesar 44,79 kWh/m² per tahun. Angka IKE tersebut masih berada jauh dibawah batas standar 240 kWh/m²/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



Penentuan Prioritas Efisiensi Energi Listrik Menggunakan Metode Fuzzy Logic

Mariana Syamsudin^a, Wendhi Yuniarto^b, Yunita^c

^aJurusan Teknik Elektro, Teknik Informatika, Politeknik Negeri Pontianak, marianasyamsudin@gmail.com

^bJurusan Teknik Elektro, Teknik Elektronika, Politeknik Negeri Pontianak, wendhi_yuniarto@yahoo.co.id

^cJurusan 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^[5] 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^[7] 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^[6] 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 (m²)
- 2) Konsumsi energi bangunan gedung per tahun (kWh/tahun)
- 3) Intensitas Konsumsi Energi (IKE) bangunan gedung per tahun (kWh/m²/ 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 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 prosentase 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 m².

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/m² per tahun, tahun 2015 sebesar 62,30 kWh/m² per tahun dan pada tahun 2016 sebesar 44,79 kWh/m² per tahun. Angka IKE tersebut masih berada jauh dibawah batas standar 240 kWh/m²/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 ²)
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		
Jumlah 1			389		7713		
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		
Jumlah 2			304		12336		
3	Gedung Administrasi Jurusan dan Dosen (Rekayasa)	TL	16	(1x36)	576	200	1000
		SL	48	18	864		
		SL	82	14	1148		
Jumlah 3			146		2588		
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				
Jumlah 4			177		4681		
5	Perpustakaan	TL	34	(1x36)	1224	240	480
		SL	19	23	437		
Jumlah 5			53		1661		
6	Laboratorium AB	TL	14	(2x36)	1008	200	306
Jumlah 6			14		1008		
7	Minishop AB	TL	2	(2x36)	144	200	144
Jumlah 7			2		144		
8	Gardu Listrik 240 kVA (Ruang Genset 1)	SL	3	9	27	200	48
		SL	3	18	54		
Jumlah 8			6		81		
9	Gedung Jurusan / Laboratorium TPHP	SL	132	15	1980	200	1116
		SL	12	11	132		
		SL	26	9	234		
		Pijar	12	5	60		
		Jumlah 9			182		

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

31	Asrama Mahasiswa/ Rusunawa	TL	32	(1x36)	1152	200	6000
		TL	40	(1x18)	720		
		SL	176	20	3520		
		SL	257	18	4626		
Jumlah 31			505		10018		
32	Perumahan Karyawan	SL	48	18	864	180	1200
		SL	32	9	288		
Jumlah 32			80		1152		
33	Pabrik Mini Sawit	TL	4	(2x36)	288	200	300
		ML	8	150	1200		
Jumlah 33			12		1488		
34	Kantin	TL	6	(1x18)	108	180	340
		TL	1	(2x36)	72		
		SL	6	18	108		
		SL	9	11	99		
Jumlah 34			22		387		
35	Pos Satpam	SL	3	18	54	200	24
		SL	1	9	9		
Jumlah 35			4		63		
36	Selasar	TL	65	(1x18)	1170	200	1242
		SL	2	25	50		
Jumlah 36			67		1220		
37	Taman/Pendopo	SL	19	18	342	200	-
Jumlah 37			19		342		
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				
Jumlah 38			101		6193		
Jumlah Total			3531	-	111521	-	3494

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.

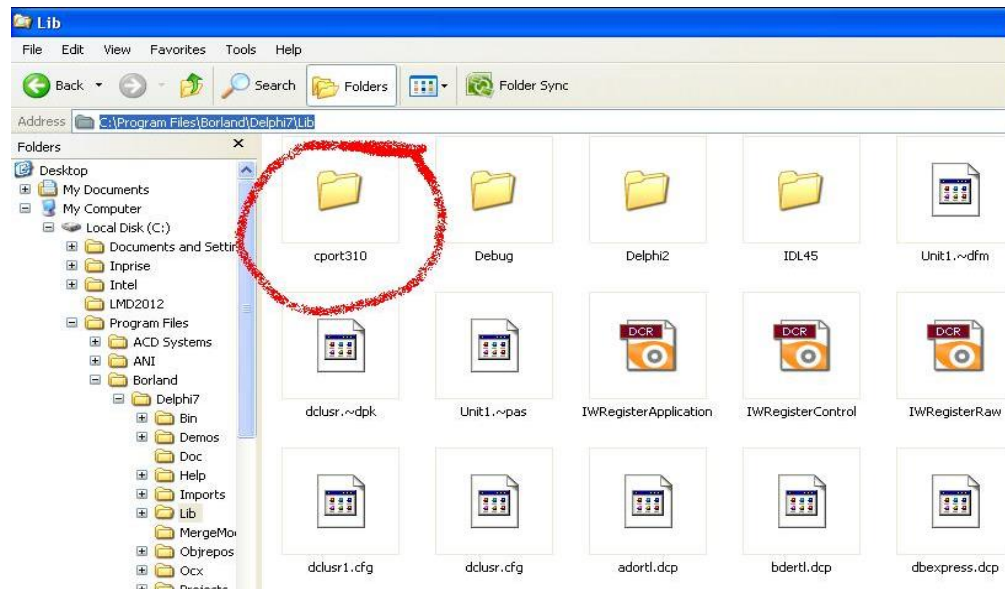
2. Peralatan Yang Digunakan

- 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

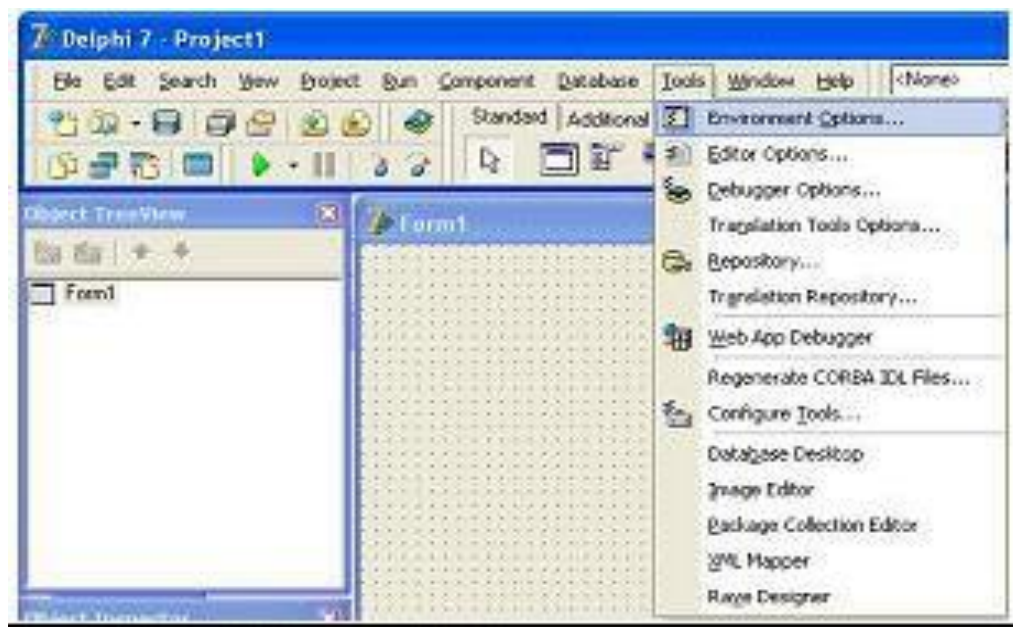
- a. Instalasi Borland Delphi 7.
- b. Instalasi Comport borland Delphi.
 1. Download terlebih dahulu Comport (cport310)
 2. Ekstrak file yang sudah anda download (cport310)

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



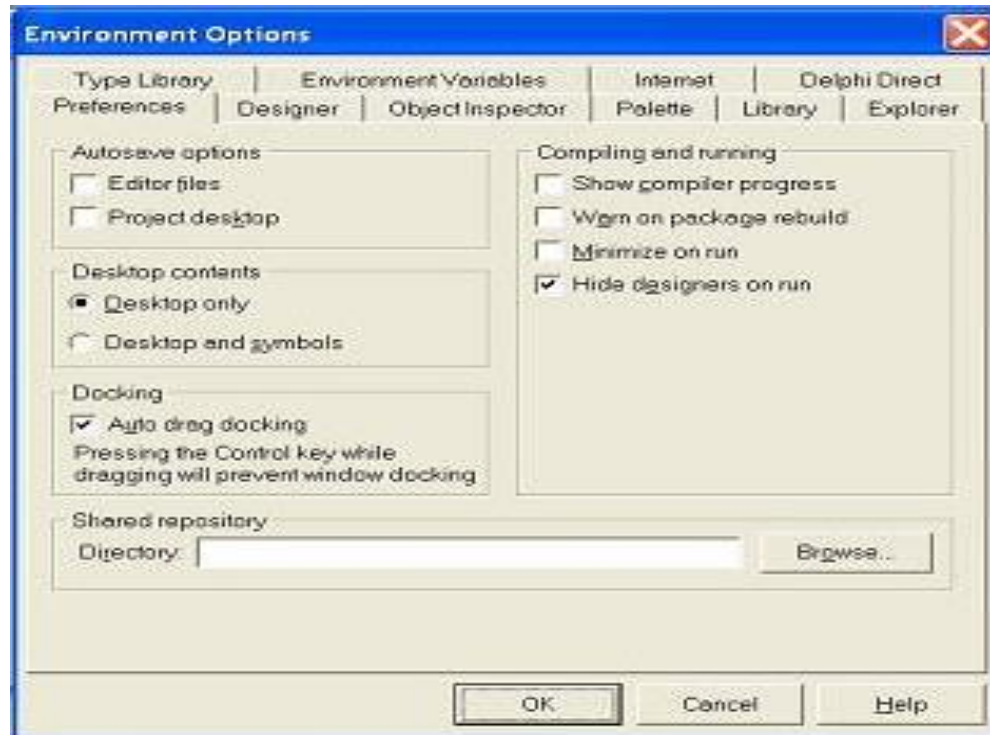
Gambar 1.1 Folder Komponen Cport310

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



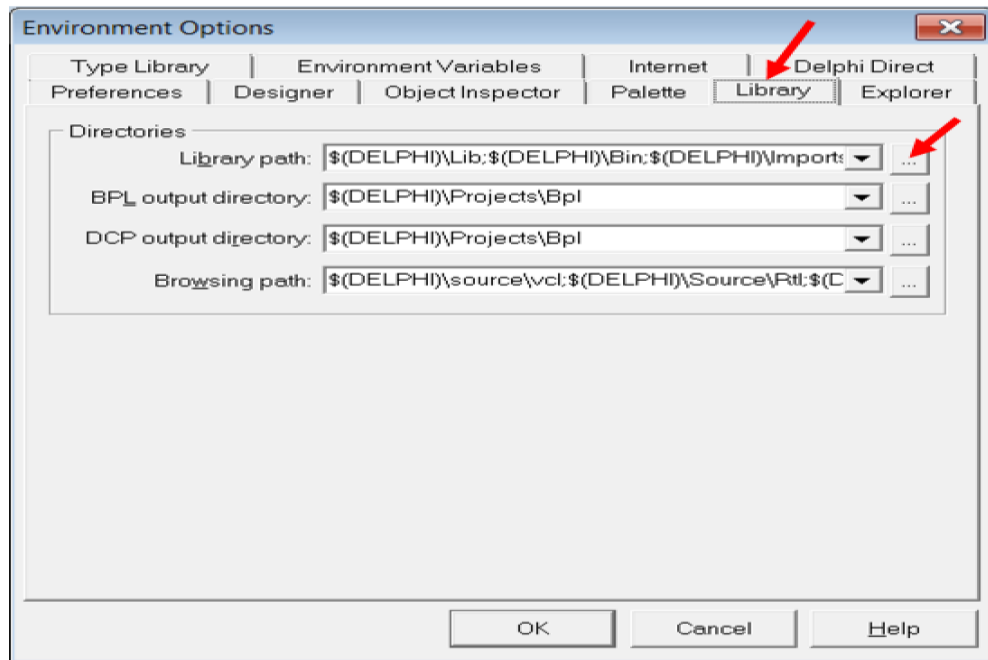
Gambar 1.2 Menu Tools

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



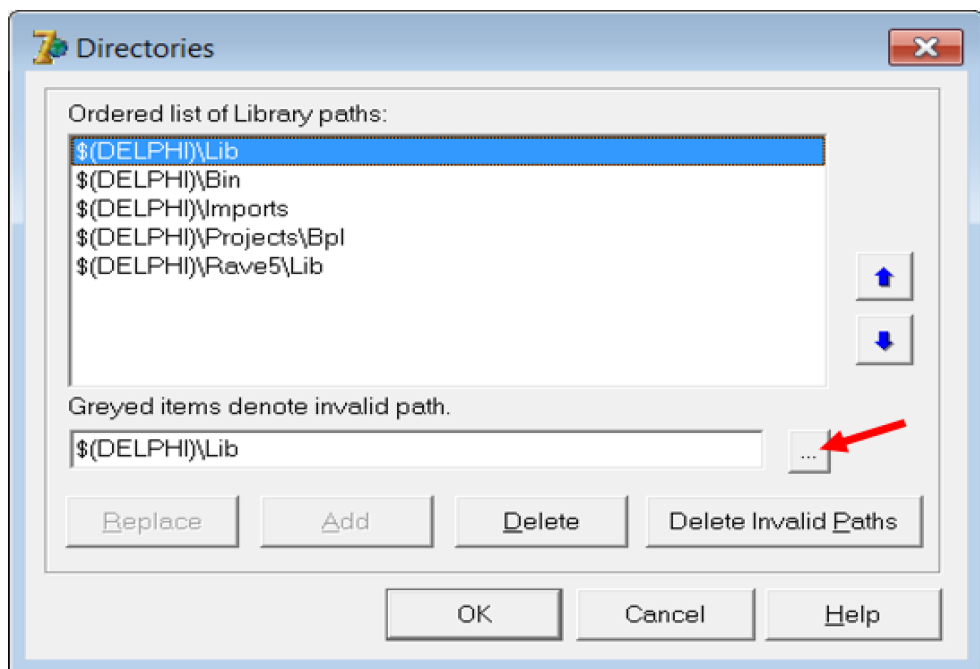
Gambar 1.3 Environment Options

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.



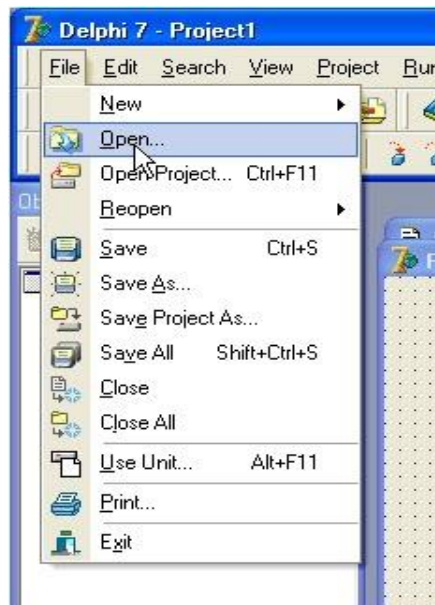
Gambar 1.5 Directories

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



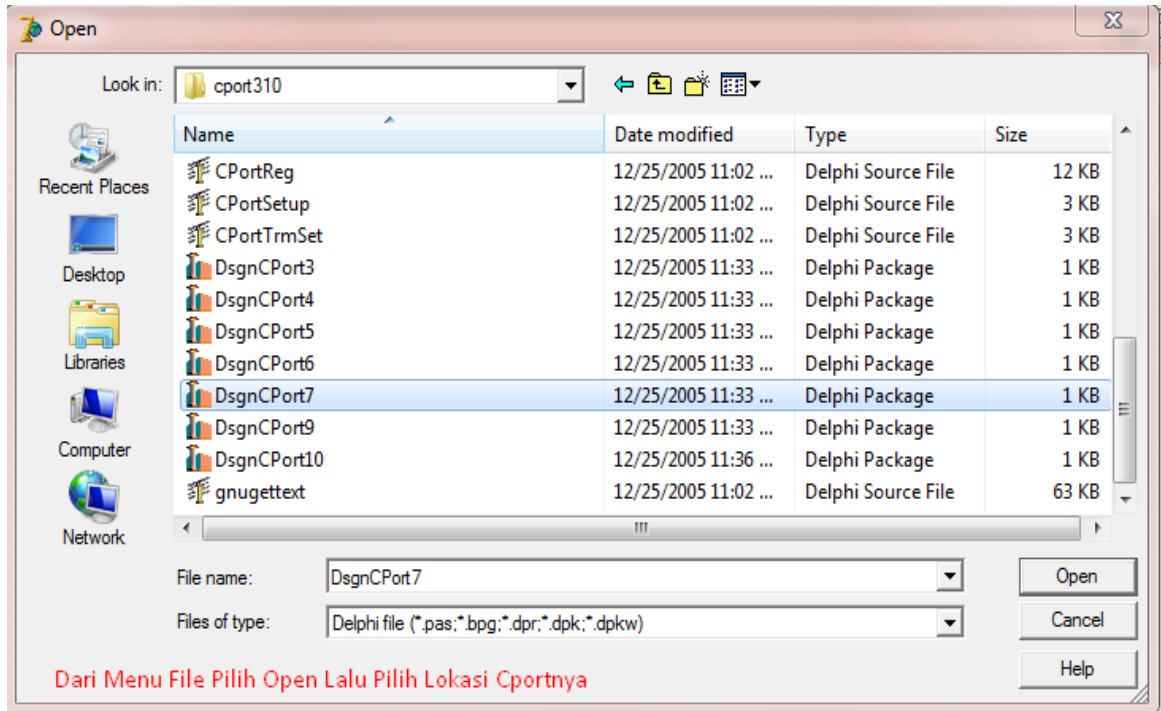
Gambar 1.5 Direktori Folder Cport310

8. Buka file > Open > seperti Gambar 1.6.



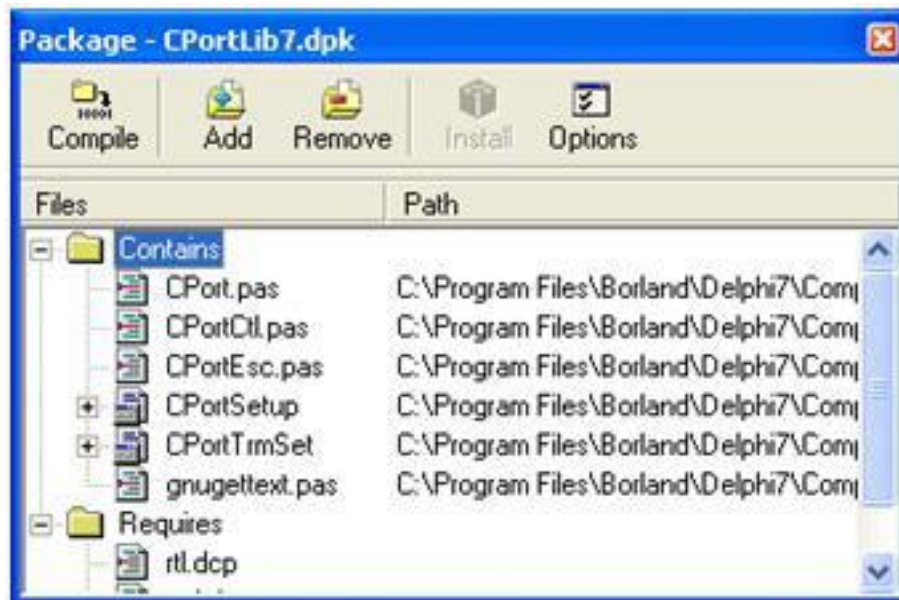
Gambar. 1.6 Open File

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.



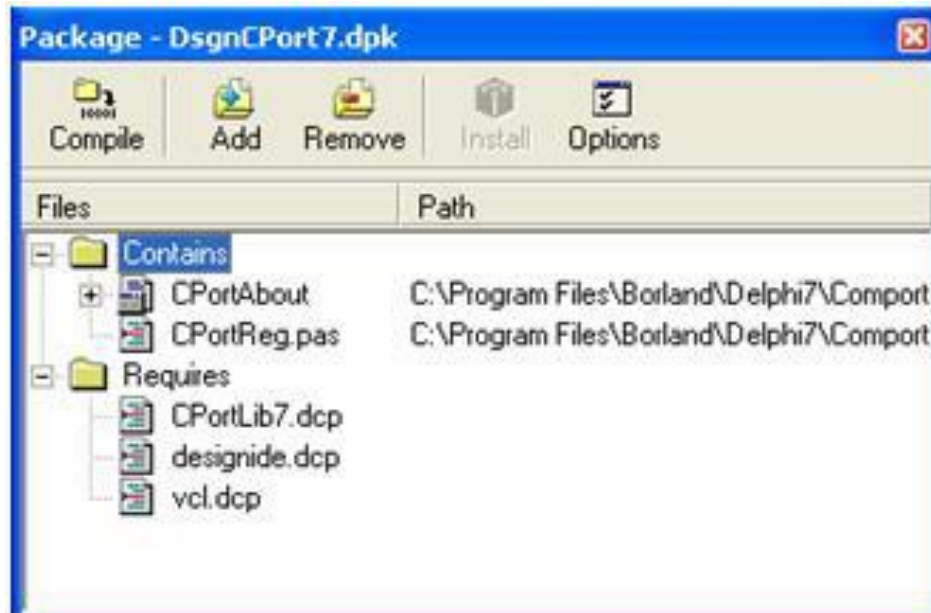
Gambar. 1.7 DsgnCport7

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



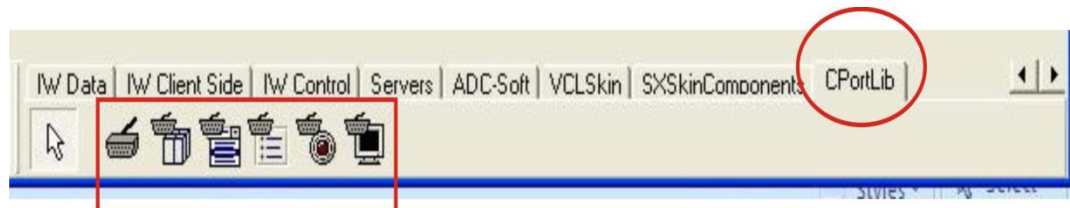
Gambar. 1.8 Compile Package CportLib7.dpk

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

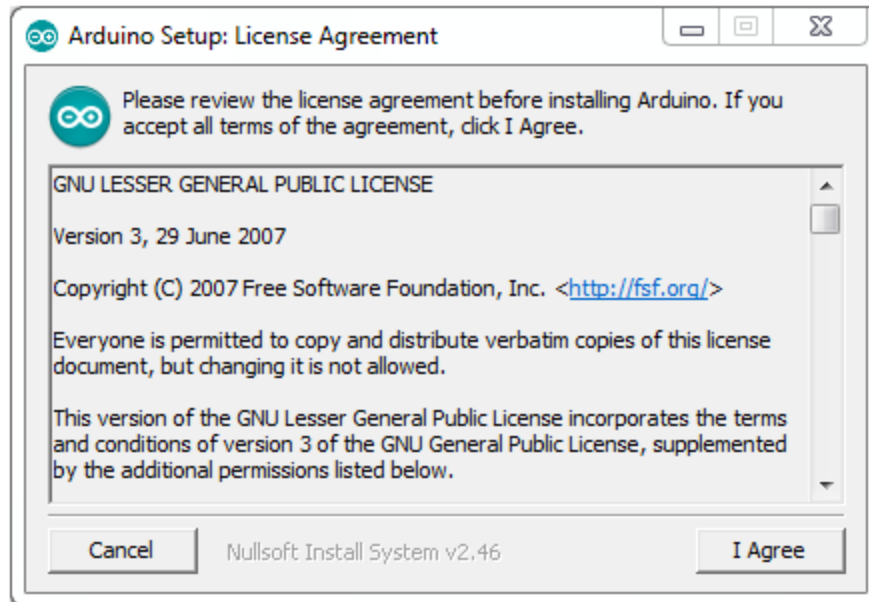
12. Jika sudah berhasil komponen ComPort akan muncul barisan paling kanan Component Palette Delphi seperti dapat dilihat pada Gambar 1.10.



Gambar. 1.10 Pallette CPortLib

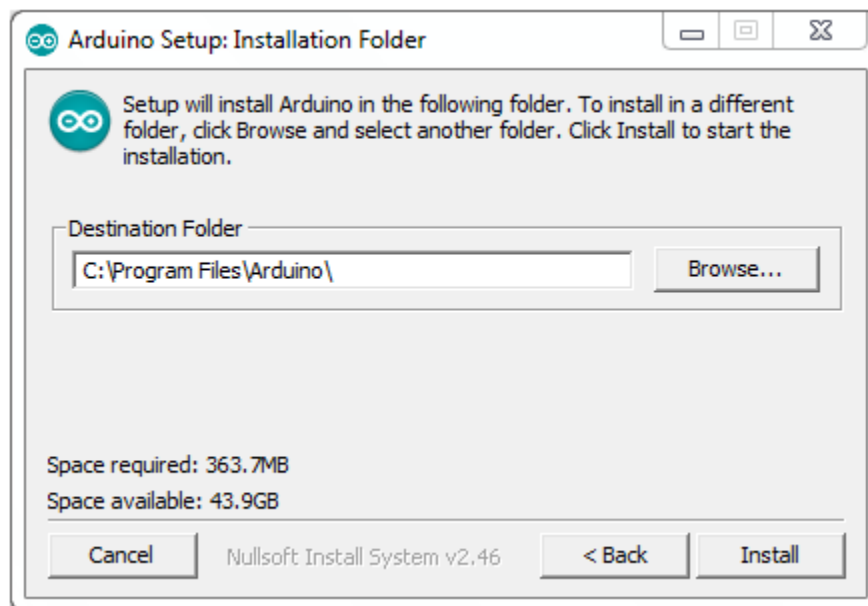
c. Instalasi IDE Arduino.

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.



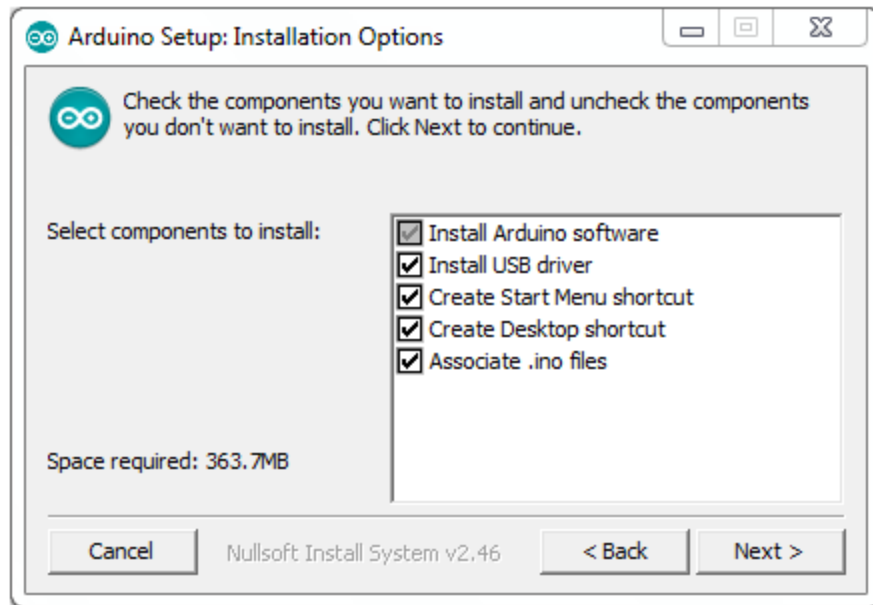
Gambar 1.11 License Agreement

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



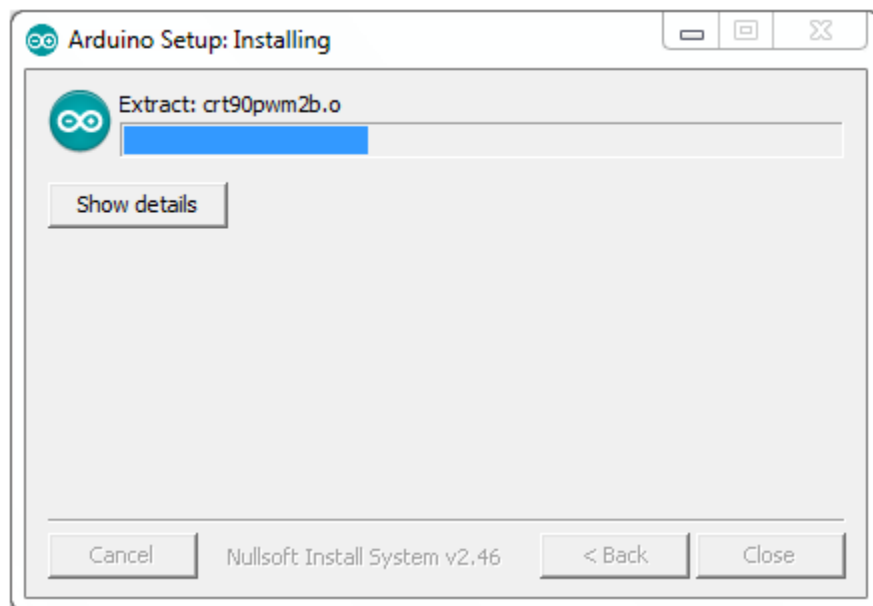
Gambar 1.12 Folder Instalasi

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



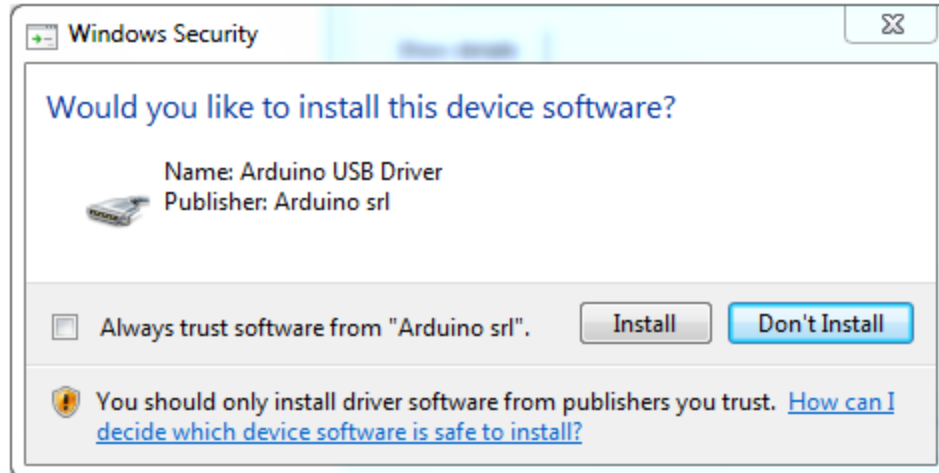
Gambar 1.13 Installation Options

5. Selanjutnya proses instalasi dilakukan seperti pada Gambar 1.14.



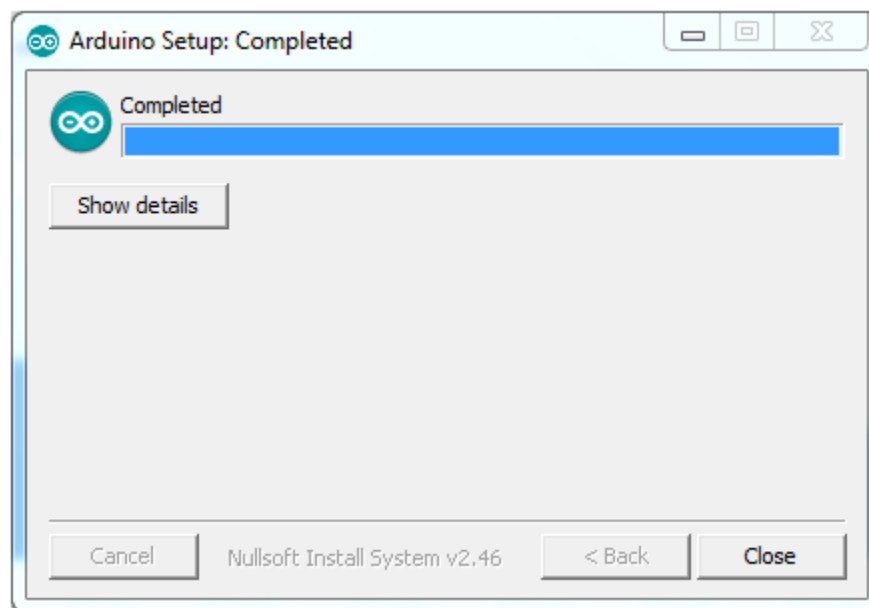
Gambar 1.14 Installing

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.



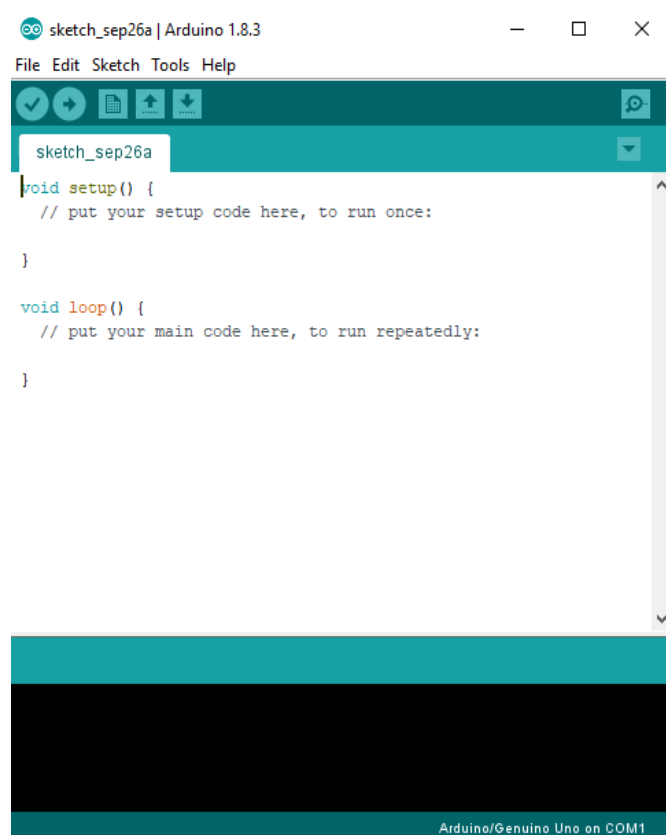
Gambar 1.16 Status Completed

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

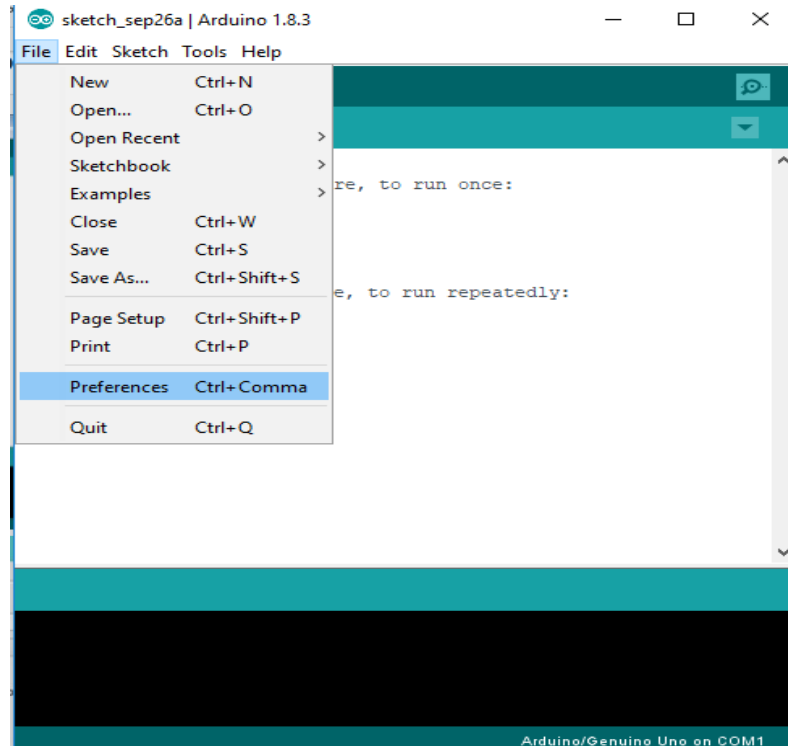
Sedangkan tampilan utama Arduino dapat dilihat pada Gambar 1.18.



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.

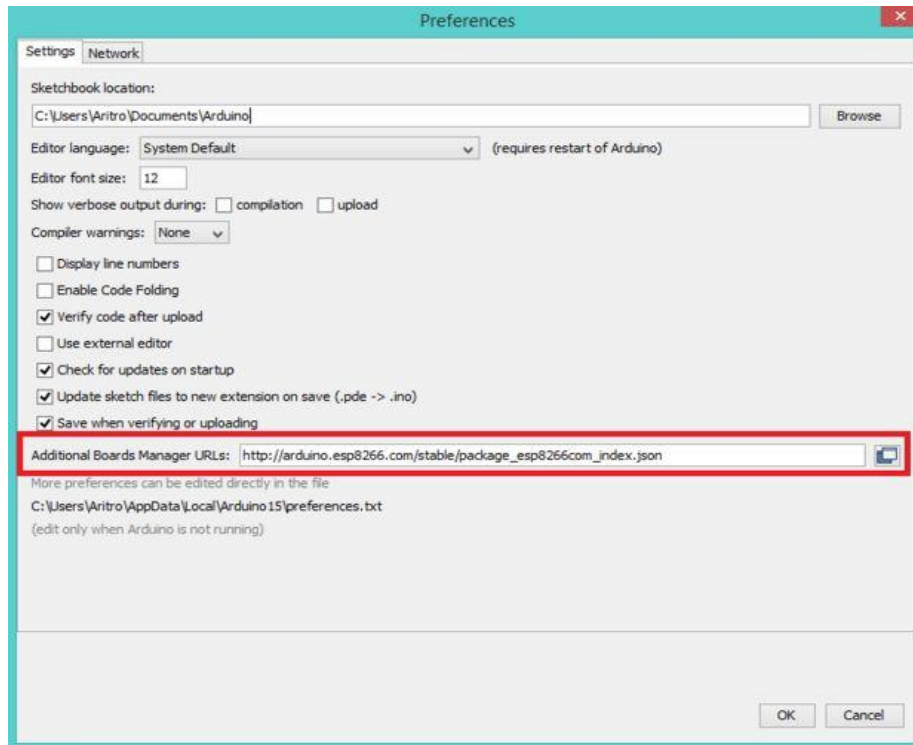


Gambar 1.19 Tampilan Arduino

9. Masukkan alamat :

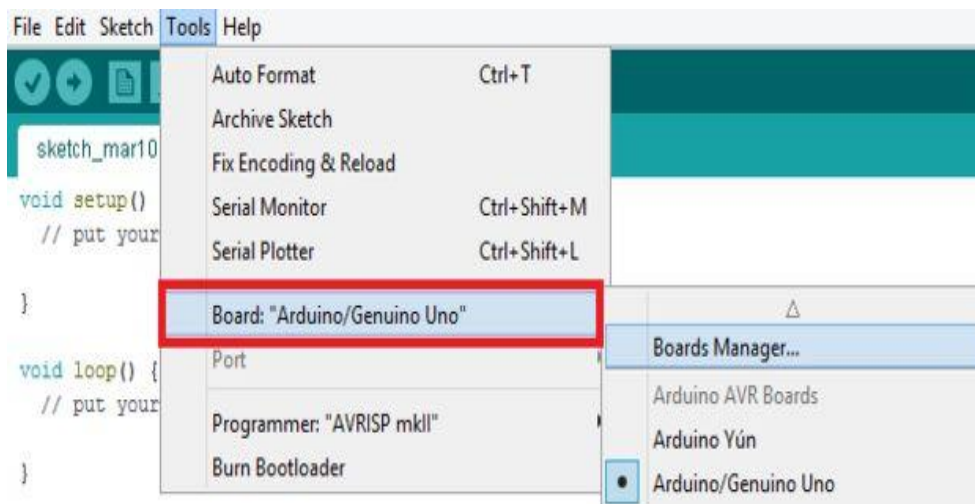
http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json

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



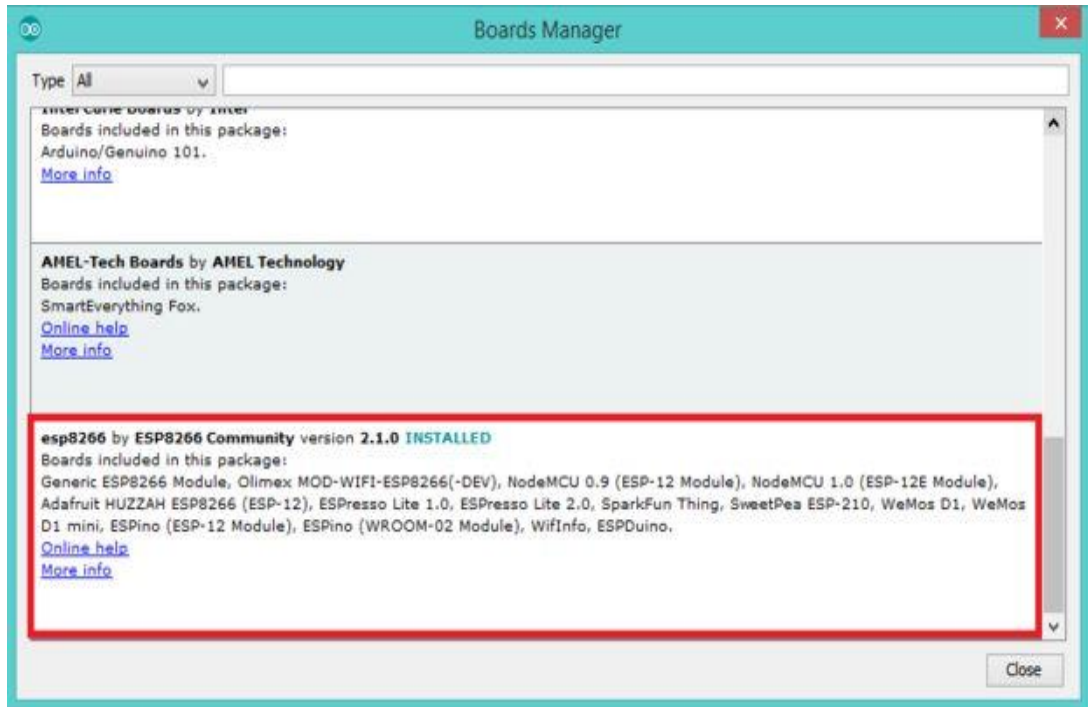
Gambar 1.20 Tampilan Sub Menu Preferences

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



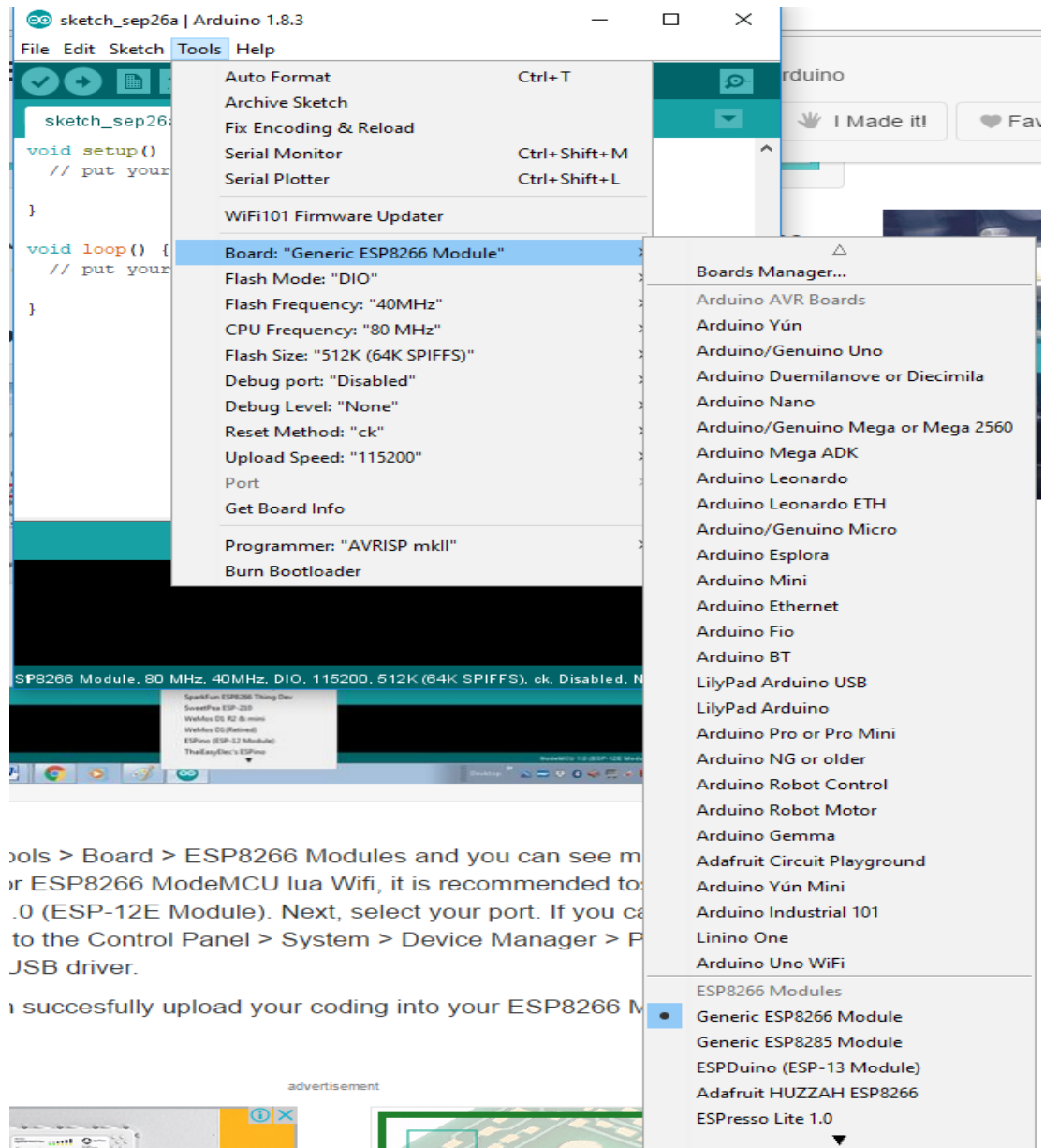
Gambar 1.21 Boards Manager

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.



Tools > Board > ESP8266 Modules and you can see many options for ESP8266 Module like ESP8266 ModeMCU lua Wifi, it is recommended to use ESP8266-0 (ESP-12E Module). Next, select your port. If you can't find the port, go to the Control Panel > System > Device Manager > Ports (COM & LPT) > USB driver.

After that, you can successfully upload your coding into your ESP8266 Module.

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



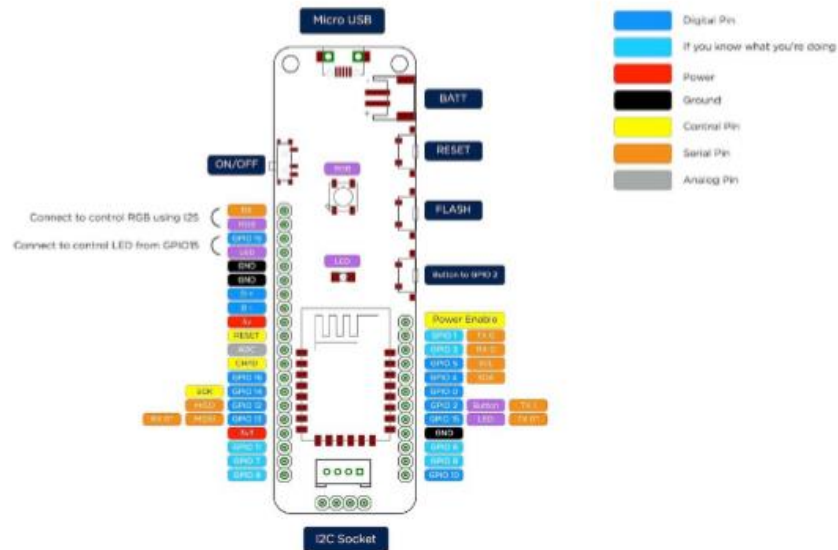
Gambar 1.24 Sensor Arus SCT-013-000

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.



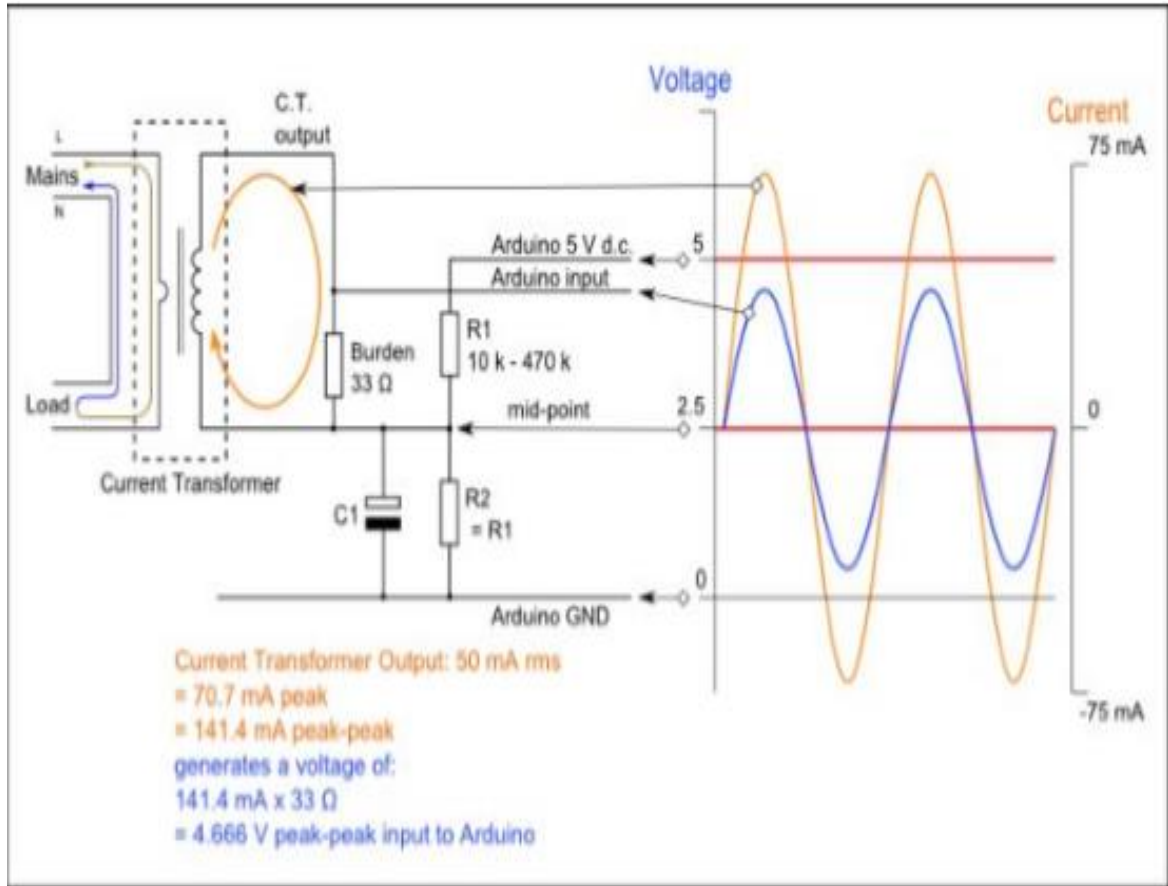
Gambar 1.25 ESPECTRO

Spesifikasi yang terdapat pada ESPECTRO

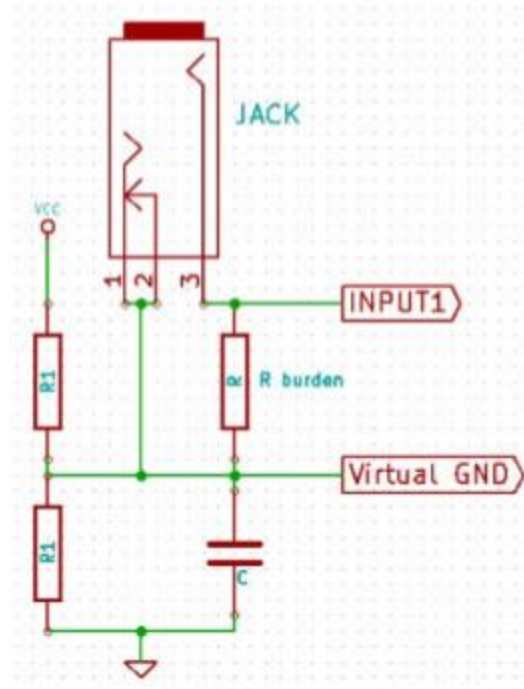
- ✓ Based on ESP8266 ESP-12F
- ✓ Built-in USB to TTL
- ✓ Auto-flashing
- ✓ Reset and flash button
- ✓ Built-in programmable LED and button
- ✓ 3 RGB LED 'Neopixel'
- ✓ Rechargeable Battery (optional for rechargeable battery version)
- ✓ BME280 (Temperature, Pressure, and Humidity Sensor)
- ✓ APDS9960 (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.

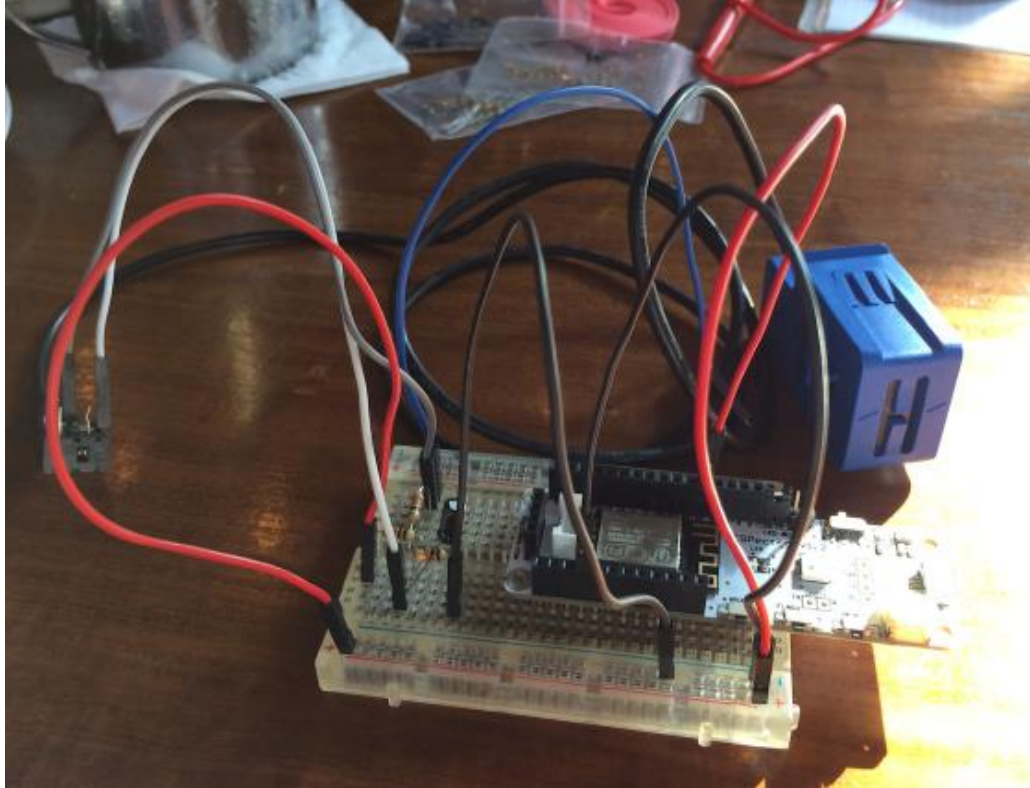


Gambar 1.26 Rancangan antarmuka arduino dan sensor SCT-013 (sumber: <https://openenergymonitor.org/forum-archive/node/156.html>)



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

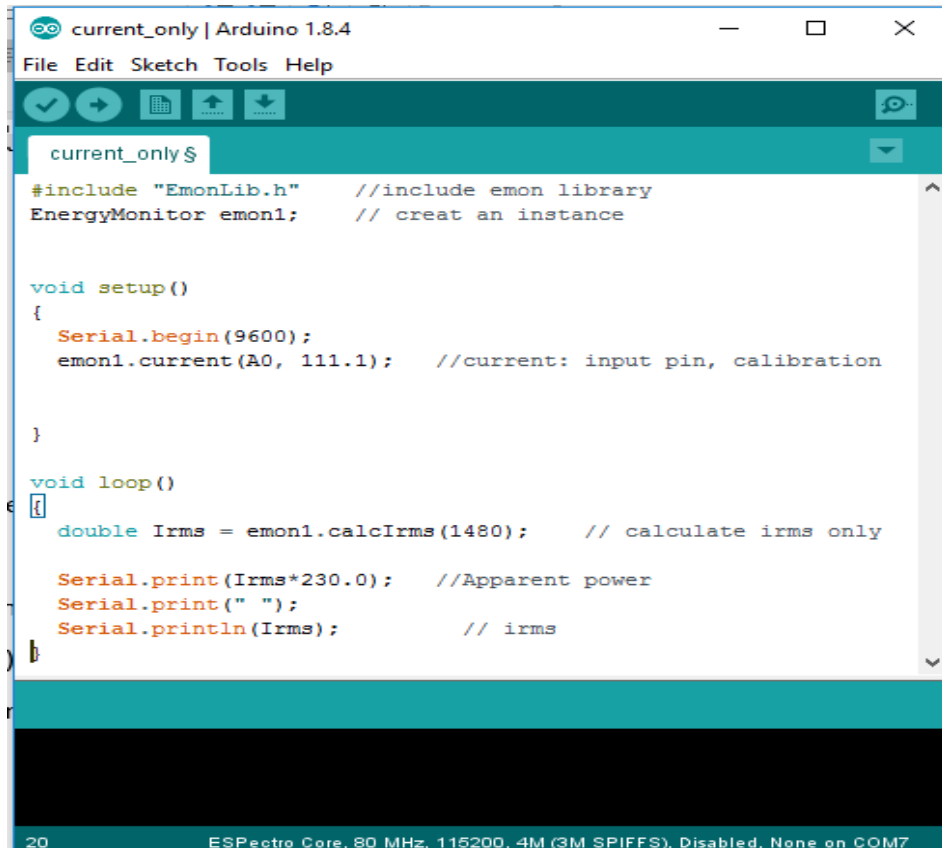
Dari rancangan tersebut dibuatlah rangkaian dengan spesifikasi nilai $R1 = R2 = 10\text{ K}\Omega$, Nilai R beban = 33Ω , dan nilai kapasitor C1 sebesar $10\mu\text{F}$ yang dapat dilihat pada gambar 1.28 berikut.



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 | Arduino 1.8.4
File Edit Sketch Tools Help

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

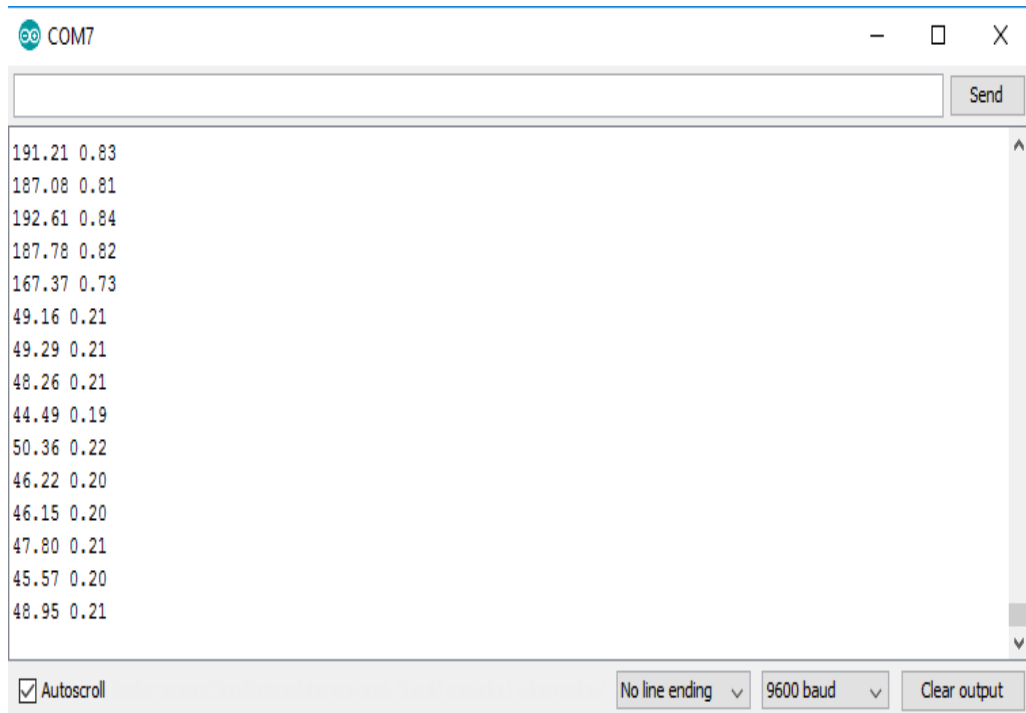
  Serial.print(Irms*230.0); //Apparent power
  Serial.print(" ");
  Serial.println(Irms); // irms

}

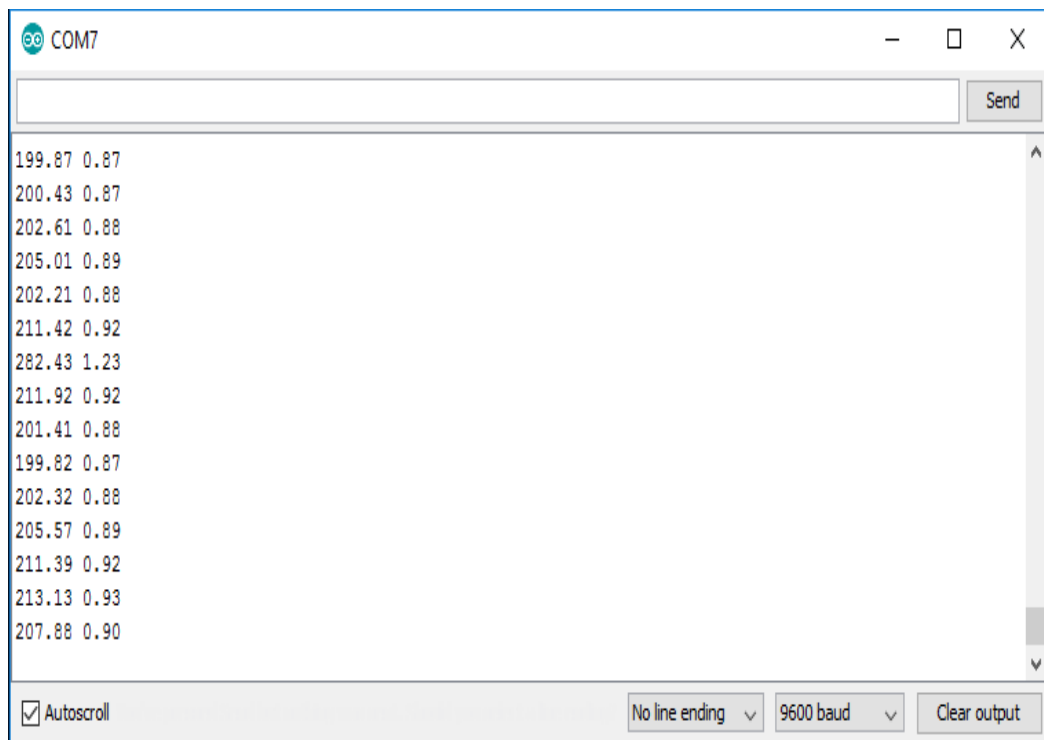
20 ESpectro Core, 80 MHz, 115200, 4M (3M SPIFFS), Disabled, None on COM7
```

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



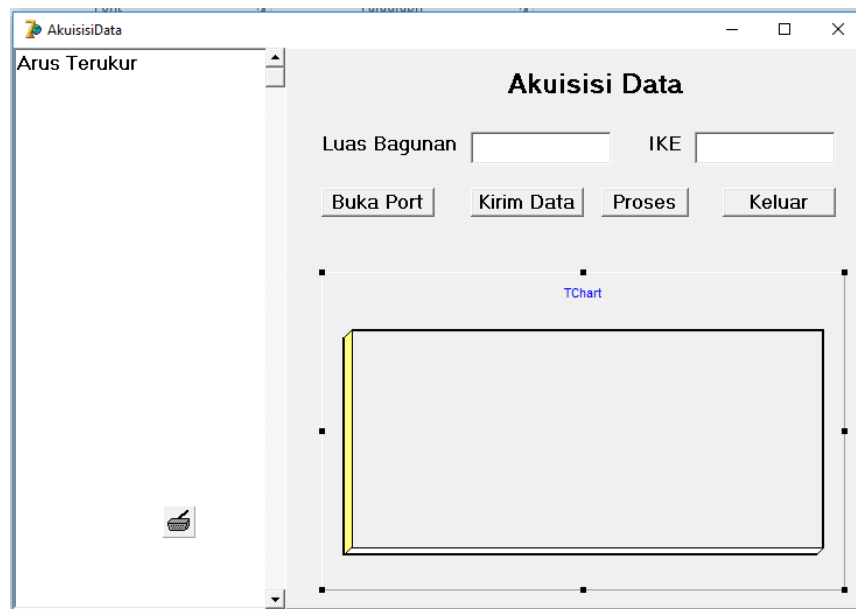
Gambar 1.31 Hasil Uji Alat Ukur Sensor Arus Berbasis WSN Setelah Diberi Beban

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;
```

```

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;

```

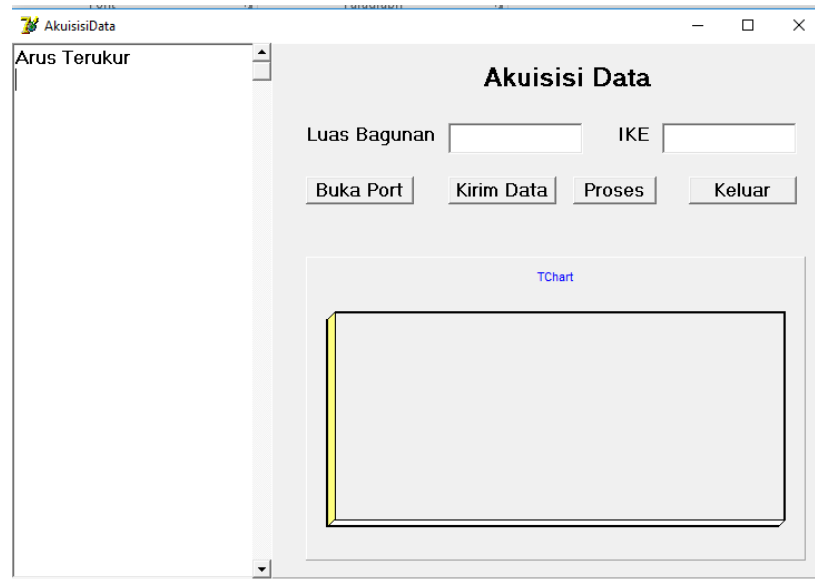
- ✓ Untuk melakukan sinkronisasi dengan sensor, ketikkan kode berikut pada software Arduino :

```

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)

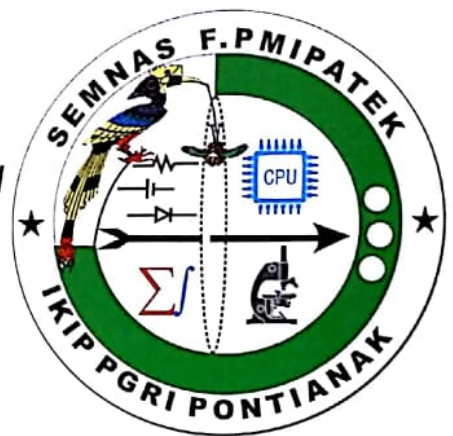


Kumpulan Abstrak **Seminar Nasional 2017** *Pendidikan MIPA dan Teknologi*

*"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

Prosiding Online: www.ocs.ikipgriptk.ac.id

Jurnal Online : 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 – 13.30	Nurul Anriani	Perangkat Pembelajaran Berbasis HOTS dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Logis	Universitas Sultan Ageng Tirtayasa	Budianingsih
		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, Hairian Rahmadi	Pengaruh Temperatur pada Campuran Bahan Bakar Solar dan Minyak Jelantah terhadap Dinamika Api	Perawatan dan Perbaikan Mesin Politeknik Negeri Ketapang	Dini Oktarika
4.	14.00	Sri Rama Dona, Nely Kurnila	Identifikasi Vegetasi Perkebunan Sawit terhadap Ketersediaan Air Tanah di Kecamatan Sungai Melayu Rayak Kabupaten Ketapang	¹ Program Studi Budidaya Tanaman Perkebunan Politeknik Negeri Ketapang ² Program Studi Teknik Pertambangan Politeknik Negeri Ketapang ¹ Program Studi Teknik Informatika Politeknik Negeri Pontianak	
5.	14.00 – 14.30	Budianingsih, Agus Riyanto, Ida Rachmaniar Sahali	<i>Prototype</i> Sistem Keamanan Cerdas pada Komplek Perumahan	² Program Studi Elektronika Politeknik Negeri Pontianak ³ Departemen Teknik Elektro Universitas Hasanudin Makassar	Immanuel Sairo Awang
		Ledy Purwandani, Libertus Darius, 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>	^{1,2,3} Program Studi Teknologi Pengolahan Hasil Perkebunan Jurusan Teknologi Pertanian Politeknik Negeri Pontianak	
6.					

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

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

Yunita¹, Mariana Syamsudin², Yasir Arafat³

^{1,2,3}Electrical Engineering Department State Polytechnic of Pontianak

¹e-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 amper. 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 Priyana¹, Alif Noor Anna²

^{1,2}Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta

¹e-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.