

IMPLEMENTASI *AUTOMATIC POWER METER* BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT) DENGAN NODE MCU ESP8266

Vaisal Bahri¹, Gezaq Abror², Totok Dewantoro³

mamasvaisal@gmail.com, gezaq@untag-sby.ac.id

^{1,2}Teknologi Listrik, Fakultas Vokasi

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Indonesia

totok.dewantoro@untag-sby.ac.id

³Teknologi Listrik, Fakultas Vokasi

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Indonesia

ABSTRAK

Penghematan penggunaan energi listrik adalah langkah awal untuk membantu pemerintah dalam mengurangi defisit sumber ketenagalistrikan di Indonesia. Dalam pemanfaatannya seringkali tidak diketahui berapa energi yang sudah dipakai yang cenderung menjadi pemborosan energi listrik, maka diperlukan pengukuran terhadap penggunaan energi listrik tersebut. Selain itu, perkembangan teknologi internet saat ini sudah maju dan banyak masyarakat yang mengenalnya dengan istilah Internet of Things (IoT). Namun, penggunaan IoT masih banyak digunakan hanya sebatas monitoring. Oleh karena itu, pada penelitian ini diusulkan sebuah alat yang dapat memonitoring maupun mengontrol pemakaian energi listrik berbasis IoT. Perangkat atau modul yang digunakan adalah PZEM 004T dan Node MCU ESP8266. Dari pengujian alat yang telah dilakukan didapatkan hasil akurasi power meter mencapai 98.3% untuk pembacaan energi, dan 100% dalam proses pengiriman data dengan jeda durasi selama ± 2 detik. Sedangkan untuk pembatasan energi mencapai tingkat keberhasilan 100%.

Kata kunci: internet of things, node MCU, power meter

PENDAHULUAN

Internet of Things (IoT) merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus. Menurut metode identifikasi RFID (Radio Frequency Identification), istilah IoT tergolong dalam metode komunikasi, meskipun IoT juga dapat mencakup teknologi sensor lainnya, teknologi nirkabel atau kode QR (*Quick Response*). Tantangan terbesar dalam mengkonfigurasi IoT adalah bagaimana menyusun jaringan komunikasinya yang sangat kompleks. Selain itu, IoT juga memerlukan suatu sistem keamanan yang cukup ketat dan adanya biaya pengembangan yang mahal. Namun IoT sendiri banyak diminati dan dipergunakan untuk sistem monitoring.

Beberapa penelitian terkait sistem monitoring maupun IoT sudah banyak dilakukan. Beberapa penelitian tersebut antara lain. Penelitian yang dilakukan oleh I Gusti Putu Mastawan Eka Putra, Ida Ayu Dwi Giriantari, Lie Jasa, 2017, "Monitoring Menggunakan Daya Listrik Sebagai Implementasi *Internet of Things* Berbasis *Wireless Sensor Network*". Pada aplikasinya sensor tegangan yang digunakan adalah suatu transformator step down 1 Ampere yang akan menurunkan tegangan AC berkisar 220 Volt menjadi tegangan AC 12 Volt yang selanjutnya melalui rangkaian pengkondisi sinyal sehingga rentang

tegangan yang dihasilkan dapat diolah oleh mikrokontroler melalui masukan analog to digital converter (ADC).

Penelitian yang dilakukan oleh Tirangga Ansori, I Made Ari Nrartha, dan A Sjamsjiar Rachman, 2018, "Rancangan Energi Meter Dan Sistem Monitoring Berbasis NODEMCU ESP8266". Pada aplikasinya sistem upload data menggunakan aplikasi android yang dirancang. Pengukuran energi metering yang dapat dipantau melalui *smartphone*, untuk mendukung penelitian ini peneliti membuat sensor yang dapat dibaca secara *real time*, Arduino Mega digunakan sebagai *interface* yang memproses sensor dan ditampilkan pada LCD dan juga dapat dimonitor pada *smartphone*.

Penelitian yang dilakukan oleh Hidayat Nur Isnianto dan Esti Puspitaningrum, 2018, "Monitoring Tegangan, Arus Dan Daya Secara *Realtime* Untuk Perbaikan Faktor Daya Secara Otomatis Pada jaringan Listrik Satu Fase Berbasis Arduino". Pada aplikasinya hasil data power yang dikeluarkan dari hasil kalkulasi masih ditampilkan pada LCD untuk monitoring sistem tersebut

Berdasarkan data penelitian diatas, sistem yang dibuat masih bersifat memonitor, sehingga pada penelitian ini diusulkan sebuah sistem yang dibuat tidak hanya sekedar monitoring, tetapi juga dapat mengontrol. Sistem diterapkan pada sebuah power

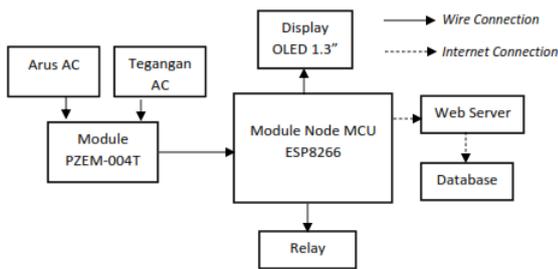
meter yang nantinya dapat melakukan proses pemutusan aliran listrik saat *threshold* tercapai..

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini metode pelaksanaan yang digunakan yaitu meliputi perancangan perangkat keras, perancangan perangkat lunak, metode pengambilan data dan metode pengiriman data.

Perancangan perangkat keras

Bagian ini merupakan bagian utama dari sebuah power meter yang akan dibuat. Susunan blok diagram dapat dilihat pada gambar 1.



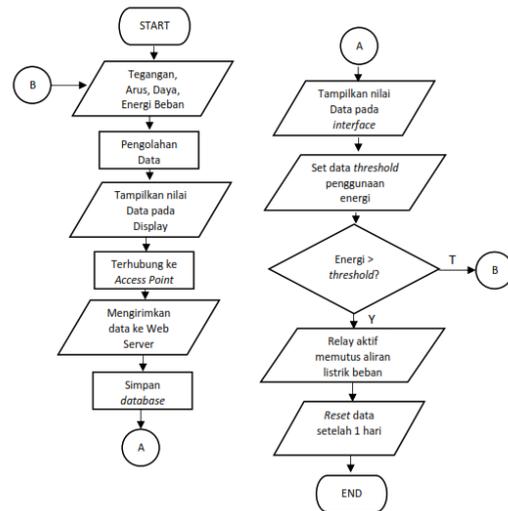
Gambar 1. Blok diagram

Sistem *Automatic Power Meter* yang dibuat memiliki fungsi Monitoring dan kontroling untuk beban listrik yang digunakan. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen terpadu yang bekerja secara berkesinambungan. Data masukan yang digunakan sebagai data acuan yaitu data arus AC dan tegangan AC dari beban listrik yang digunakan. Data Arus dan Tegangan tersebut dibaca oleh Modul PZEM-004T untuk dapat diolah oleh modul tersebut sehingga menghasilkan nilai daya dan energi. Selanjutnya data tersebut dikirimkan ke Module Node MCU ESP8266 sehingga bisa diolah dan ditampilkan hasilnya melalui penampil display OLED dan datanya juga dikirimkan ke Web Server dan disimpan didalam database atau dapat dikatakan sebagai pemanfaatan *Internet of Things (IoT)*.

Sistem *Automatic Power Meter* ini juga dilengkapi dengan relay yang bertugas untuk memutuskan aliran arus listrik yang menuju ke beban sehingga relay tersebut dapat dikatakan sebagai kontrol penggunaan energi harian yang digunakan. Untuk konektifitas antar perangkat yang digunakan menggunakan koneksi kabel (*wire*) sedangkan konektifitas dari Sistem perangkat keras ke web server menggunakan komunikasi dengan protokol internet.

Perancangan perangkat lunak

Bagian terpenting lainnya dalam penelitian ini adalah perancangan perangkat lunak. Alur kerjanya dapat dilihat seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur kerja alat

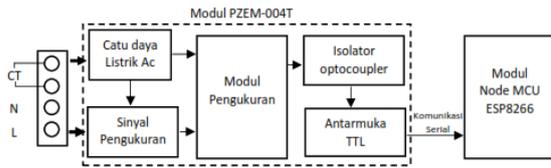
Alur kerja yang digunakan sebagai perancangan perangkat lunak (*software*) yaitu pertama-tama Sistem *Automatic Power Meter* mengambil nilai tegangan, arus, daya dan energi dari beban listrik yang digunakan. Data tersebut selanjutnya dilakukan pengolahan pada bagian *processor* untuk selanjutnya digunakan sebagai data parameter yang akan ditampilkan. Data yang sudah siap tersebut selanjutnya ditampilkan pada display OLED yang ada pada alat dan juga akan dikirimkan ke Web Server. Sebelum mengirim data ke Web Server, terlebih dahulu alat ini terhubung ke *Access Point* untuk koneksi ke Internet menggunakan sarana Wi-Fi. Setelah mendapatkan *Access Point* maka alat sudah dapat terhubung ke Web Server.

Data selanjutnya dikirimkan oleh alat ke Web Server. Data yang diterima oleh Web Server tersebut selanjutnya disimpan kedalam database sehingga perekaman data harian akan selalu ada. Agar pengguna juga dapat memantau data tersebut, selanjutnya data ditampilkan kedalam sebuah *interface website* dan aplikasi *smartphone*.

Sistem *Automatic Power Meter* juga dilengkapi dengan pembatas pemakaian energi listrik harian. Terlebih dahulu diberikan data *threshold* sebagai batasan pemakaian energi listrik harian. Apabila data konsumsi energi yang digunakan melebihi batas data *threshold* yang sudah di set, maka alat akan secara otomatis memutus aliran listrik yang menuju ke beban, sehingga tidak terjadi penambahan konsumsi energi listrik harian. Dan apabila data konsumsi energi yang digunakan tidak melebihi batas data *threshold* yang sudah di set, maka aliran listrik yang menuju ke beban akan terus terhubung. Data konsumsi energi yang digunakan akan direset setiap harinya.

Metode pengambilan data

Pengambilan data dilakukan sebagai referensi awal sebelum data tersebut diolah maupun dikalibrasi. Metode pengambilan data pada penelitian ini dapat digambarkan seperti gambar 3.



Gambar 3. Metode pengambilan data

Dalam pengambilan data, data yang digunakan sebagai masukan yaitu data tegangan (V), arus listrik AC yang mengalir ke beban (I), waktu (t) dan factor daya (Cos Ø). Listrik AC tersebut juga digunakan sebagai catu daya untuk modul pengukuran yang merupakan bagian dari modul PZEM-004T. Sinyal listrik AC yang masuk dilakukan pengkondisian sebelum masuk ke modul pengukuran dan dijadikan sebagai data tegangan dan data arus listrik AC. Data tersebut masuk kedalam modul pengukuran untuk selanjutnya dilakukan perhitungan nilai daya (P) dan energi (W). Untuk perhitungan nilai daya dan energi didapatkan dari persamaan berikut:

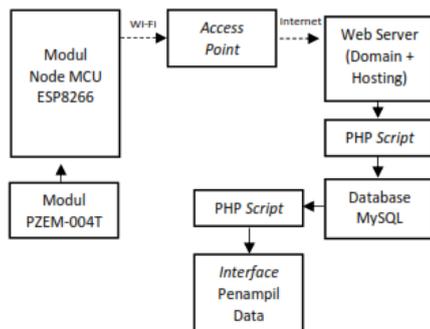
$$P = V \cdot I \cdot \cos \emptyset \quad (1)$$

$$W = P \cdot t \quad (2)$$

Selanjutnya data yang sudah jadi tersebut siap untuk dikirimkan ke modul pengolah lain (pada penelitian ini menggunakan modul Node MCU ESP8266) dengan menggunakan antarmuka TTL dengan protokol komunikasi serial. Pada modul PZEM-004T juga dilengkapi isolator optocoupler yang terhubung ke jalur komunikasi antarmuka TTL sehingga apabila ada gangguan disisi masukan maka modul lain yang terhubung dengan modul PZEM-004T akan tetap aman.

Metode pengiriman data

Data yang sudah diambil dan sudah diolah, selanjutnya dapat dikirimkan ke web server melalui bantuan access point seperti yang terlihat pada metode pengiriman data gambar 4.



Gambar 4. Metode pengiriman data

Dalam pengiriman data, data yang sudah diperoleh dari modul PZEM-004T yaitu berupa data tegangan, arus, daya, energi, frekuensi dan faktor daya diterima oleh modul Node MCU ESP8266. Data tersebut

selanjutnya dijadikan kedalam satu paket data utuh pada modul Node MCU ESP8266. Sebelum melakukan pengiriman data ke Web Server maka modul Node MCU ESP8266 harus terkoneksi terlebih dahulu dengan Access Point melalui Wi-Fi sehingga bisa terhubung ke internet. Selanjutnya, paket data dikirimkan dengan protokol HTTP ke Web Server yang terdiri dari domain dan hosting. Paket data yang sudah diterima oleh Web Server selanjutnya dilakukan penyimpanan ke database MySQL menggunakan PHP script. Untuk memanggil data dari database dan ditampilkan pada interface penampil data juga menggunakan PHP script.

Format pengiriman paket data dengan protokol HTTP ke Web Server ditunjukkan oleh gambar 5.

```
url+string(voltage)+"/"+string(current)+"/"+
string(power)+"/"+string(energy)+"/"+string(frequency)+"/"+string(powerfactor)+"/"
```

Gambar 5. Format pengiriman paket data

Dalam sebuah paket data diawali dengan alamat domain url dari web service selanjutnya data string tegangan disambung dengan karakter "/", data string arus disambung dengan karakter "/", data string daya disambung dengan karakter "/", data string energi disambung dengan karakter "/", data string frekuensi disambung dengan karakter "/" dan data string power factor disambung dengan karakter "/".

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui efektifitas dari alat yang sudah dibuat, maka diperlukan sebuah pengujian. Pengujian dilakukan secara terpisah agar dapat diketahui kondisi dari tiap bagian. Adapun tahap pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

Pengujian tanpa beban

Pengujian ini dilakukan pada power meter untuk mendapatkan hasil pembacaan data tegangan, arus dan faktor daya sebenarnya. Data sebenarnya didapat dengan cara membandingkan dengan hasil pembacaan alat ukur standar. Dari hasil pengujian yang dilakukan, didapatkan data sebagai berikut :

Tabel 1. Pengujian V, I dan Cos Ø tanpa beban

Waktu pengujian	Pembacaan alat power meter			Pembacaan alat ukur standar		
	V	I	pf	V	I	pf
07:00	228	0	0	235	0	0
08:00	229	0	0	235	0	0
09:00	226	0	0	233	0	0
12:00	225	0	0	232	0	0
13:00	226	0	0	233	0	0
14:00	227	0	0	235	0	0
17:00	214	0	0	220	0	0
18:00	212	0	0	219	0	0
19:00	204	0	0	210	0	0

Persen kesalahan dihitung menggunakan persamaan 3.

$$\% \text{ Akurasi} = \left(1 - \frac{(\text{Nilai Sebenarnya} - \text{Nilai Pembacaan})}{\text{Nilai Sebenarnya}} \right) \times 100\% \quad (3)$$

Dari data diatas, didapatkan akurasi rata rata untuk kesalahan tegangan adalah 2,97% dan 0% untuk arus dan faktor daya. Nilai 0% untuk arus dan factor daya ini diakibatkan karena *power meter* tidak terdapat beban.

Pengujian dengan beban

Pengujian dilakukan menggunakan 2 jenis beban yang berbeda yaitu bebar resistif murni berupa lampu pijar 100 watt dan beban induktif berupa kipas angin berdaya 75 watt. Persentasi akurasi dihitung dengan membandingkan hasil pengujian dengan data yang terdapat pada *name plate* produk. Hasil pengujian disajikan seperti tabel berikut.

Tabel 2. Pengujian dengan beban resistif murni

Waktu Pengujian	Hasil pembacaan			Daya		% Akurasi
	V	I	pf	Alat	Lampu	
07.00	228	0,38	0,85	74	75	98,65
08.00	229	0,38	0,85	73	75	97,26
09.00	226	0,39	0,85	74	75	98,65
12.00	225	0,39	0,85	74	75	98,65
13.00	226	0,38	0,85	73	75	97,26
14.00	227	0,38	0,85	74	75	98,65
17.00	218	0,40	0,85	74	75	98,65
18.00	218	0,39	0,85	73	75	97,26
19.00	219	0,40	0,85	74	75	98,65
Rata rata						98,30

Akurasi rata rata yang didapat dari pengujian untuk beban murni adalah sebesar 98,3 % sedangkan untuk beban induktif sebesar 98,18% seperti pada tabel 3.

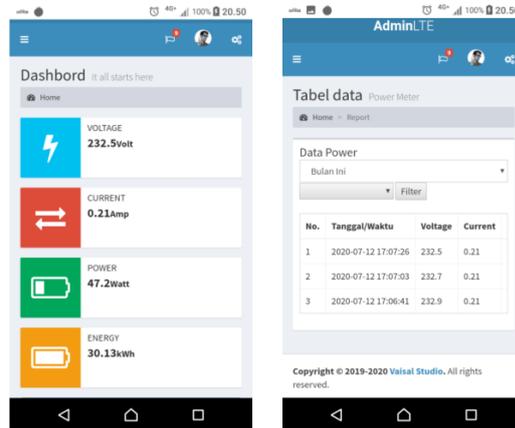
Tabel 3. Pengujian dengan beban induktif

Waktu Pengujian	Hasil pembacaan			Daya		% Akurasi
	V	I	pf	Alat	Lampu	
07:00	227	0,44	1	99	100	98,99
08:00	230	0,43	1	100	100	100,0
09:00	226	0,43	1	98	100	97,96
12:00	225	0,43	1	97	100	96,91
13:00	230	0,43	1	98	100	97,96
14:00	227	0,43	1	98	100	97,96
17:00	218	0,45	1	99	100	98,99
18:00	219	0,45	1	98	100	97,96
19:00	218	0,46	1	98	100	97,96
Rata rata						98,19

Pengujian interface

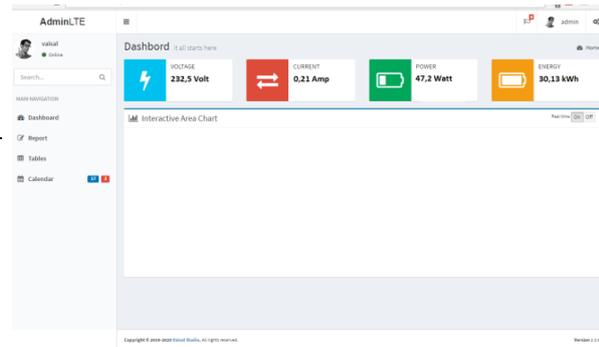
Pengujian ini dilakukan untuk membuktikan bahwa data yang dikirimkan oleh modul Node MCU ESP8266 ke web server telah sesuai. Pada saat pengujian data parameter yang dikirimkan adalah

tegangan sebesar 232,5 volt, arus 0,21 ampere, daya 47,2 watt dan pemakaian energi sebesar 30,13 Kwh. Sedangkan hasil yang dibaca oleh interface dapat dilihat seperti pada gambar 5 dan gambar 6.



Gambar 5. Tampilan data pada interface smartphone

Secara keseluruhan, interface sudah berfungsi 100% dan sesuai dengan data yang dikirim oleh modul Node MCU. Hanya saja terdapat selisih waktu sekitar 1 hingga 2 detik dari data terkirim sampai data tersebut dapat tampil di tampilan smartphone maupun website. Hal ini disebabkan adanya jeda waktu yang ada pada modul PZEM 004T. Sedangkan untuk tampilan yang ada di website dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Tampilan data pada interface website

Pengujian penggunaan energi dan status relay

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui fungsi utama dari power meter maupun fungsi kontrolnya sesuai dengan usulan yang ada pada penelitian ini yaitu memutus aliran daya ketika *threshold* sudah dicapai. Hasil dari pengujian yang dilakukan disajikan dalam tabel 4 dan tabel 5 sedangkan bentuk fisik dari alat yang telah dibuat dapat dilihat di gambar 7.

Tabel 4. Pengujian konsumsi energi dan status relay tanpa treshold

Jam ke	Konsumsi energi (kWh)		Akurasi	Treshold (kWh)	Relay status
	alat	teori			
1	0,17	0,18	97,71	-	1
2	0,34	0,35	97,14	-	1
3	0,51	0,53	97,14	-	1
4	0,68	0,70	97,14	-	1
5	0,85	0,88	97,14	-	1
6	1,03	1,05	98,10	-	1
7	1,20	1,23	97,96	-	1
8	1,38	1,40	98,24	-	1
9	1,55	1,58	98,41	-	1
10	1,73	1,75	98,86	-	1

Tabel 4 menunjukkan bahwa akurasi dari power meter selama 10 jam pertama adalah sebesar 98,86% dengan kondisi threshold tidak diaktifkan. Angka 1 pada relay status menunjukkan bahwa relay dalam kondisi aktif atau dapat mengalirkan arus listrik dari sumber ke beban. Sedangkan pada tabel 5 pengujian dilakukan dengan menambahkan sebuah threshold sebesar 1 kWh. Data hasil pengujian disajikan seperti berikut :

Tabel 5. Pengujian konsumsi energi dan status relay dengan treshold

Jam ke	Konsumsi energi (kWh)		Akurasi	Treshold (kWh)	Relay status
	alat	teori			
1	0,17	0,18	98,29	1	1
2	0,34	0,35	98,29	1	1
3	0,53	0,53	97,14	1	1
4	0,69	0,70	97,14	1	1
5	0,86	0,88	97,14	1	1
6	1,0	1,05	-	1	0
7	1,0	1,23	-	1	0
8	1,0	1,40	-	1	0
9	1,0	1,58	-	1	0
10	1,0	1,75	-	1	0

Selama kondisi *threshold* belum tercapai, *power meter* akan bekerja sebagaimana mestinya sesuai dengan data pengujian jam ke 1 hingga jam ke 5. Pada jam ke 6, threshold sudah mencapai 1 kWh sehingga relay status berubah status menjadi "0". Angka "0" mengindikasikan bahwa power meter telah memutuskan aliran listrik ke beban.



Gambar 7. Bentuk fisik alat

PENUTUP

Pada penelitian ini, proses kontrol diusulkan sebagai tambahan selain proses monitoring. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap power meter dapat disimpulkan bahwa sistem ini dapat memonitor sekaligus mengontrol pemakaian sesuai dengan data threshold yang di inputkan. Tingkat akurasi power meter mencapai 98.3% untuk pembacaan energi, dan proses pengiriman data 100% sesuai dengan pengiriman paket data. Hanya saja terdapat jeda waktu antara tampilan yang ada di display OLED dengan tampilan yang ada di website maupun smartphone yaitu selama 1 hingga 2 detik.

DAFTAR PUSTAKA

Budiawan, M Syukur. (2017). *Sistem Pengendali Beban Arus Listrik Berbasis Arduino*. Program Sarjana UIN ALAUDDIN, Makasar. Retrieved from <http://repositori.uin-alauddin.ac.id/8152/1/M.%20Syukur%20Budiawan%20H.pdf>

Espressif, (2016). ESP8266EX Datasheet. Available from https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex_datasheet_en.pdf

I Gusti Putu Mastawan Eka Putra , Ida Ayu Dwi Giriantari, & Lie Jasa, (2017). Monitoring Menggunakan Daya Listrik Sebagai Implementasi Internet of Things Berbasis Wireless Sensor Network. *Teknologi Elektro*, 16(03), 50-55 <https://doi.org/10.24843/MITE.2017.v16i03p09>

Nur Isnianto, Hidayat & Puspitaningrum, Esti (2018). Monitoring tegangan, arus, dan daya secara real time untuk perbaikan faktor daya secara otomatis pada jaringan listrik satu

fase berbasis Arduino. *Jurnal Nasional Teknologi Terapan*, 2(1), 31-36.
<https://doi.org/10.22146/jntt.39205>

Tirangga Ansori, I Made Ari Nrartha, dan A Sjamsjiar Rachman. (2018). Rancangan energi meter dan sistem monitoring berbasis nodemcu ESP8266. Retrieved from <http://eprints.unram.ac.id/10956/1/Jurnal%201%20kolom.pdf>