

Implementasi Pengaturan Kelembaban Tanah Pembumian Berbasis Mikrokontroler Arduino

Hikmatul Amri¹, Jefri Lianda¹

¹Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bengkalis, Bengkalis, Riau.

Informasi Artikel

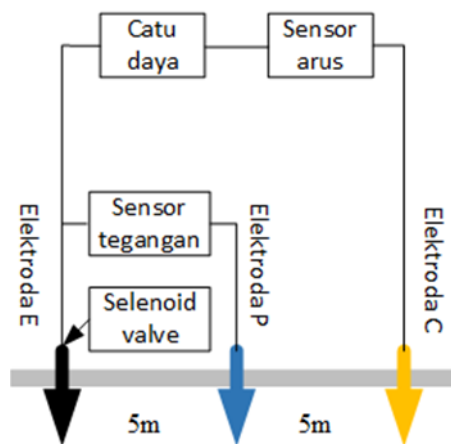
Naskah Diterima : 14 Mei 2018

Direvisi : 6 Juni 2018

Disetujui : 21 Juni 2018

*Korespondensi Penulis :
hikmatul_amri@polbeng.ac.id
jefri@polbeng.ac.id

Graphical abstract



Abstract

In the measurement of grounding resistance in an installation is strongly influenced by type of soil in which grounding electrode is installed, soil layer, soil moisture and temperature. In measurement of grounding resistance, electrical installation condition grounding resistance must be less than or equal to 5Ω . To obtain accurate grounding resistivity measurement results, application of digital system is required. In this research is implementation of reading system, monitoring the grounding resistance and maintaining soil moisture level on the electrode rod so that the maximum 5Ω grounding resistance threshold can be maintained. The purpose of this system is to monitor value of grounding resistance in building area and maintaining soil moisture level for grounding resistance always in ideal conditions. The system can read grounding resistance by obtaining information from a voltage and current sensor, displaying data to LCD and maintaining soil moisture by controlling solenoid valve water that regulates flow of water from tank to ground implanted rod electrode. From the research that has been done, reading error of grounding resistance is 2.40% when compared to meeger measuring instrument, and controller response in regulating solenoid valve water if grounding resistance rises above 5Ω because dry soil has 100% success.

Keywords: grounding resistance, voltage and current sensor, solenoid valve water

Abstrak

Dalam pengukuran tahanan pembumian pada sebuah instalasi sangat dipengaruhi oleh jenis tanah tempat dielektroda pembumian ditanam, lapisan tanah, kelembaban tanah dan temperatur. Pada pengukuran tahanan pembumian, syarat sebuah instalasi listrik harus memiliki tahanan pembumian kurang dari atau sama dengan 5Ω . Untuk memperoleh hasil pengukuran tahanan pembumian yang akurat maka dibutuhkan penerapan sistem digital. Pada penelitian ini merupakan implementasi sistem pembacaan, pemantauan tahanan pembumian dan menjaga tingkat kelembaban tanah pada batang elektroda agar batas ambang tahanan pembumian maksimal 5 ohm bisa terjaga. Tujuan sistem ini untuk memantau nilai tahanan pembumian pada area gedung dan menjaga tingkat kelembaban tanah agar tahanan pembumian pada kondisi ideal. Sistem ini bisa membaca tahanan pembumian dengan memperoleh informasi dari sensor tegangan dan arus, menampilkan data pada LCD dan menjaga kelembaban tanah dengan mengontrol solenoid valve water yang mengatur aliran air dari tangki ke tanah yang ditanamkan elektroda batang. Dari penelitian yang sudah dilakukan diperoleh hasil eror pembacaan tahanan pembumian sebesar 2,40 % jika dibandingkan alat ukur meeger, dan respon kontroler dalam mengatur solenoid valve water jika tahanan pembumian naik diatas 5 ohm karena tanah yang kering memiliki tingkat keberhasilan sebesar 100%.

Kata kunci: tahanan pembumian, sensor tegangan dan arus, solenoid valve water

© 2017 Penerbit Jurusan Teknik Elektro UNTIRTA Press. All rights reserved

1. PENDAHULUAN

Sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, sistem pengukuran semakin berperan penting dalam kehidupan manusia. Sistem tersebut sangat membantu pekerjaan manusia.

Peranan penting dari sistem pengukuran merambah dalam segenap aspek kehidupan manusia. Pemanfaatan sistem pengukuran instrumentasi ini memberikan kemudahan bagi para teknisi lapangan salah satunya adalah dalam pengukuran nilai tahanan pembumian (*grounding*).

Dalam pengukuran tahanan pembumian pada sebuah instalasi sangat dipengaruhi oleh jenis tanah tempat dielektroda pembumian ditanam, lapisan tanah, kelembaban tanah dan temperatur. Pada pengukuran tahanan pembumian syarat sebuah instalasi listrik harus memiliki tahanan pembumian kurang dari atau sama dengan 5Ω [1]. Untuk memperoleh hasil pengukuran tahanan pembumian yang akurat maka dibutuhkan penerapan sistem digital.

Pada umumnya alat ukur tahanan pembumian/earth meter yang terdapat di pasaran sistem pembacaannya masih menggunakan jarum atau analog sehingga dalam pembacaan hasil pengukuran tergantung dari kejelian mata penguji/human error sering terjadi [2][3]. Untuk itu penulis ingin membuat sistem pengukuran tahanan pembumian otomatis yang tampilan terlihat langsung (digital) dan jika tahanan tanah naik maka sistem akan berusaha menjaga tahanan tanah tetap di batas ambang yang diperbolehkan. Sistem ini nantinya akan dipasang pada gedung-gedung sehingga sistem grounding pada gedung tersebut dapat maksimal.

Idealnya suatu pembumian besar tahananannya 0 ohm. Tidak ada satu standar mengenai ambang batas nilai tahanan pembumian yang harus diikuti oleh semua badan. Semakin kecil tahanan pembumian semakin baik. Tetapi badan NFPA dan IEEE telah merekomendasikan nilai tahanan pembumian lebih kecil atau sama dengan 5Ω [2]. Peralatan yang digunakan untuk mengukur tahanan pembumian adalah: digital earth resistance tester [3].

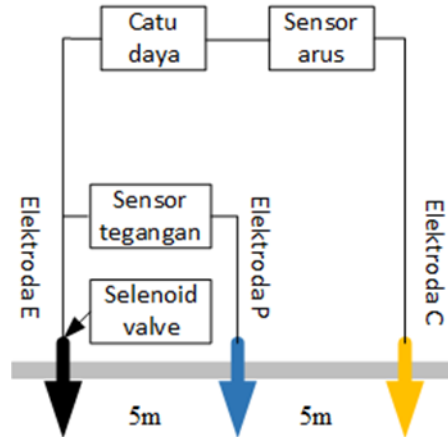
Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Defi yaitu perancangan alat ukur impedansi pembumian. Pada penelitiannya ini, penulis membuat perancangan dilakukan untuk memperoleh alat ukur impedansi pembumian yang mampu mengukur tegangan puncak, arus puncak dan impedansi pembumian dalam satu kesatuan pengukuran. Pengujian alat ukur dilakukan di laboratorium menggunakan sumber tegangan impuls 400V dan rangkaian-rangkaian pengganti untuk keperluan pengujian. Hasil pengujian alat ukur impedansi pembumian ini menunjukkan bahwa alat ukur telah dapat digunakan untuk pengukuran impedansi impuls dan tahanan DC yang menggunakan rangkaian pengganti dengan mengabaikan pengaruh pengkabelan sehingga kesalahan relatifnya cukup kecil 7,13 % [3].

Pada penelitian sebelumnya dilakukan oleh Managam dan Martin dengan judul penentuan nilai impedansi pembumian elektroda batang tunggal berdasarkan karakteristik response impuls. Peristiwa sambaran petir menyebabkan arus impuls dengan frekuensi tinggi sampai orde KHz, sehingga ketika sistem pembumian bekerja karena dikenai arus impuls petir, maka dari hasil penelitian diperoleh rata-rata persentase perbedaan antara resistansi pembumian yang diukur dengan sumber DC dan impedansi pembumian yang diukur dengan sumber impuls sebesar 8,0 %. Dari model tersebut dihitung nilai impedansi pembumian untuk berbagai variasi kedalaman elektroda batang pembumian dari kedalaman 2 sampai 6 meter berdasarkan respon impulsnya. Dari hasil-hasil pengukuran dan perhitungan diperoleh nilai impedansi pembumian terkecil sebesar 23,01 Ohm pada kedalaman elektroda batang 6 meter dengan penurunan impedansi pembumian rata-rata pada setiap kedalaman 1 meter, mulai 2 meter sampai 6 meter sebesar 5,25 Ohm [4].

Pada penelitian sebelumnya dilakukan oleh Jovanović dan kawan-kawan dengan menganalisis perbandingan karakteristik sistem pentanahan dari elektroda plat dan grid sebagai bagian dari sistem grounding. Elektroda elektroda plat berupa plat dengan ukuran tertentu yang ditanam pada tanah dan pada satu sisinya dihubungkan dengan sistem pembumian pada instalasi gedung/perumahan sedangkan elektroda grid merupakan elektroda yang membentuk kisi-kisi. Penelitian dilakukan dengan membuat kombinasi pemasangan vertikal dan horizontal untuk masing-masing elektroda. Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat menyimpulkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara karakteristik elektroda *grid* dan *plate* untuk dimensi yang sama. Disisi lain konstruksi grid lebih murah biayanya jika dibandingkan dengan konstruksi plat, sehingga konstruksi grid menjadi pilihan baru dalam sistem pembumian/*grounding* [5].

Pada penelitian sebelumnya dilakukan oleh Amri dan Jefri dengan judul rancang bangun alat pendeteksi resistansi tanah. Penelitian dilakukan dengan membuat alat ukur tahanan pembumian pengganti *earth tester* dengan mengkombinasikan sensor tegangan DC dan sensor arus tipe ACS712 5A untuk mendapatkan nilai tahanan. Dari hasil pengujian yang dilakukan dapat diketahui rata-rata eror adalah 2,3% jika dibandingkan dengan alat ukur keluaran pabrik yang sudah terkalibrasi [6].

Beberapa cara yang bisa dilakukan untuk mendapatkan tahanan pembumian yang kecil adalah dengan memperdalam penanaman elektroda, memperluas area elektroda dan mencari lokasi tanah yang selalu lembab/basah [7][8]. Untuk itu pada penelitian ini, penulis meneliti tentang rancang bangun alat yang dapat menjaga kelembaban tanah agar mendapatkan tahanan pembumian yang ideal dengan cara menambahkan sistem panyiraman tanah secara otomatis dan terkontrol melalui *solenoid valve water*. Tata letak *hardware* sistem pengaturan kelembaban tanah pada tahanan pembumian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tata letak pemasangan sensor dan aktuator

Dari Gambar 1 dapat diketahui bahwa sensor tegangan dipasang pada elektroda E dan P, sensor arus dipasang pada elektroda E dan C dan solenoid valve water dipasang tepat pada elektroda E untuk menjaga tanah tetap pada kondisi lembab sehingga tahanan pembumian dapat dijaga agar tidak melewati batas ambang. Jarak pemasangan elektroda P, E dan C adalah 5 – 10 Meter [3][6][8].

2. METODE PENELITIAN

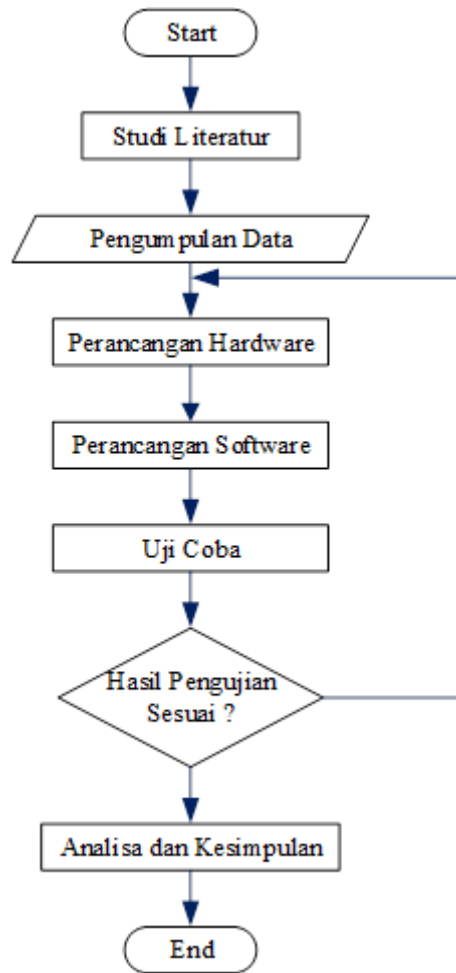
2.1 Metode Penelitian

Secara garis besar, penelitian dilakukan secara bertahap seperti yang akan dijelaskan sebagai berikut:

- Melakukan studi literatur sehingga dapat menentukan langkah-langkah merancang sistem.
- Perancangan plant secara umum dibagi menjadi 2, yaitu perancangan *hardware* (Perangkat keras) dan perancangan *software* (perangkat lunak). Tahap berikutnya menentukan apa saja komponen yang diperlukan baik hardware maupun algoritma.
- Pada *software* juga terbagi menjadi 2 bagian yaitu algoritma yang berfungsi untuk pembacaan sensor-sensor, pengolahan data sensor dan algoritma penjagaan tahanan pembumian untuk tetap mempertahankan pada batas ambang tahanan pembumian
- Merealisasikan sistem sesuai dengan perancangan dan analisis yang telah dilakukan.
- Tahap selanjutnya melakukan pengujian tahanan pembumian kemudian membandingkan dengan pembacaan alat ukur untuk mengetahui keakurasian.
- Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan untuk mengetahui seberapa tingkat keberhasilan sistem, pengecekan sistem dengan rancangan serta melihat tingkat performansi sistem.
- Langkah terakhir adalah analisis eror sistem dan penyebabnya.
- Penarikan kesimpulan.

2.2 Diagram Alir Penelitian

Secara sederhana proses sistem pengaturan kelembaban tanah pada tahanan pembumian dapat digambarkan melalui diagram alir pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

2.3 Perancangan Penelitian

Perhitungan nilai tahanan pembumian yang diidentifikasi oleh sensor arus dan tegangan. Untuk menghitung tahanan pembumian, maka digunakan rumus sebagai berikut [6]:

$$V = I * R$$

Dimana:

V : Tegangan terukur sensor tegangan (Volt).

I : Arus terukur sensor arus (Ampere).

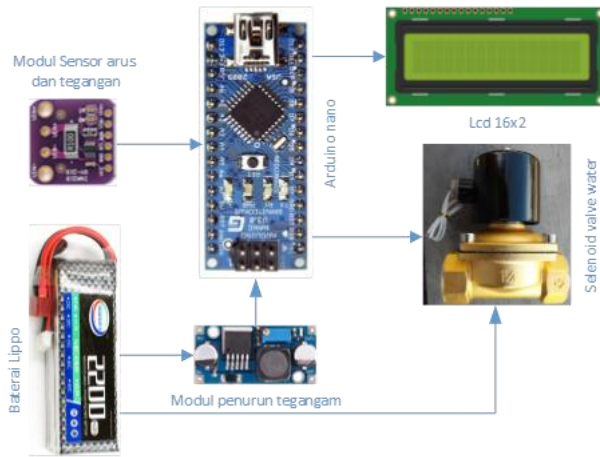
R : Tahanan (Ohm).

Misalkan tegangan terukur adalah 3V, arus terukur adalah 0,6 A., maka kita bisa menghitung tahanan pembumian sebagai berikut:

$$R = \frac{3V}{0.6A}$$

maka didapatkan nilai tahanannya sebesar: 5 Ohm

Desain perancangan peralatan untuk sistem pengaturan kelembaban tanah pada tahanan pembumian yang dibuat dapat dilihat secara lengkap pada Gambar 3. Sistem ini dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino Nano [9] atau jenis mikrokontroler lain sebagai otak/pengendali [10][11][12] dan dibantu beberapa I/O seperti modul arus dan tegangan DC sebagai masukan [14], LCD sebagai penampil data dan *solenoid valve water* [15] untuk mengatur katup air.

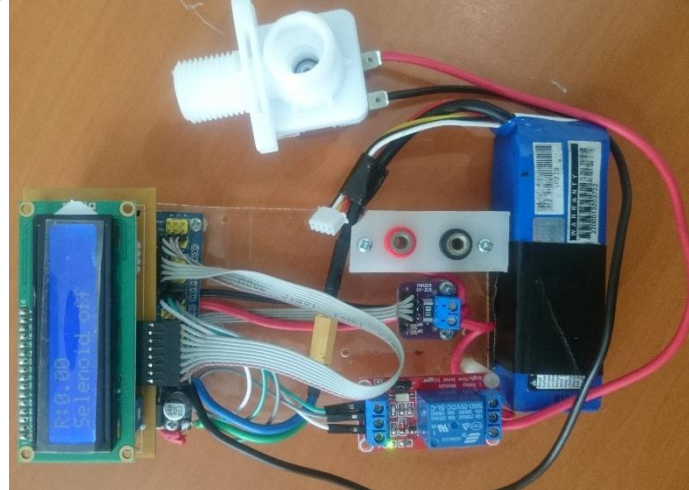


Gambar 3. Desain Perancangan Alat

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Perancangan Prototipe

Hasil perancangan penelitian ini yaitu telah membuat rangkaian elektronika dan pemasangan sensor arus dan tegangan yang akan digunakan untuk mengukur tahanan pembumian. Selain itu, persiapan pemasangan driver untuk solenoid valve agar dapat dikendalikan berdasarkan batas minimal tahanan pembumian yaitu di bawah 5 Ohm. Hasil perancangan alat dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Perancangan Prototipe

3.2. Hasil Pengujian Data

3.2.1. Hasil Pengujian Tahanan Pembumian

Hasil pengujian sensor arus dan tegangan ini akan mengukur besarnya tahanan pembumian. Setiap data yang diukur maka akan ditampilkan dengan satuan Ohm. Pada pengujian ini dilakukan menggunakan sensor arus tegangan tipe INA219. Adapun hasil dari pengujian hasil sensor dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Tahanan Pembumian

No	Nilai Tahanan (Ω)	Output Sensor			Alat Ukur (Ω)	Error (%)	
		Tegangan (V)	Arus (mA)	Tahanan (Ω)		Alat Ukur	Prototipe
1	3,9	11,41	101,07	4,11	4,6	17,95	5,38
2	4,7	11,41	2422,50	4,71	5,6	19,15	0,21
3	5,6	11,41	1984,34	5,75	6,8	21,43	2,68
4	6,8	11,41	1663,27	6,86	7,7	13,24	0,88
5	8,2	11,41	1984,34	8,55	9,4	14,63	4,27
6	10	11,41	1663,27	10,1	10,8	8,00	1,00
Rata-rata error						2,40	15,73

3.2.2. Hasil Pengujian Keseluruhan

Hasil Pengujian keseluruhan sistem dilakukan dengan melakukan pengujian di lapangan untuk mengetahui kinerja sistem. Pada pengujian ini untuk mengetahui respon dari solenoid dalam mengatur aliran air pada sistem pembumian. Hasil pengujian keseluruhan sistem dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian keseluruhan sistem

No	Nilai Tahanan Terukur (Ω)	Kondisi relai	Respon Solenoid	Kondisi Air	Keterangan
1	4	Tidak aktif	Off	Tidak mengalir	Berhasil
2	4,5	Tidak aktif	Off	Tidak mengalir	Berhasil
3	4,8	Tidak aktif	Off	Tidak mengalir	Berhasil
4	4,9	Tidak aktif	Off	Tidak mengalir	Berhasil
5	5	Tidak aktif	Off	Tidak mengalir	Berhasil
6	5,1	Aktif	On	Mengalir	Berhasil
8	5,2	Aktif	On	Mengalir	Berhasil

4. KESIMPULAN

4.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian tentang sistem pengaturan kelembaban tanah pada tahanan pembumian ini dapat diambil kesimpulan yaitu sebagai berikut:

- Dari hasil pengujian yang dilakukan dapat diketahui rata-rata eror adalah 2,4% jika dibandingkan dengan alat ukur keluaran pabrik yang sudah terkalibrasi.
- Hasil pengujian keseluruhan sistem menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan baik yaitu: jika tahanan pembumian yang dideteksi di atas 5 Ohm maka relai akan aktif untuk membuka keran pada solenoid sehingga air bisa mengalir dari tangki ke batang elektroda.

4.2 Saran

Saran yang diberikan untuk penelitian ini yaitu agar dapat dikembangkan dari segi teknologi yaitu:

- Sistem pengaturan bisa dilakukan secara manual jika sistem otomatis gagal dan dilakukan jarak jauh dengan model remot kontrol.
- Pemantauan bisa dilakukan secara *realtime* secara lokal maupun global melalui teknologi *internet of thing* (IoT)

REFERENSI

- [1] M. Saini, A.M.S. Yunus, A. Pangkung, "Pengembangan Sistem Penangkal Petir dan Pentanahan Elektroda Rod dan Plat", *Journal INTEK*, vol.3, no.2, 2016.
- [2] N. Rameli, M.Z.A. Ab-Kadir, M. Izadi, C. Gomes, N. Azis, "Effect of the grounding system on the lightning current profile along a tall structure", *The Institution of Engineering and Technology (IET) Journals*", vol.9, iss.6, pp. 717–727, 2015.
- [3] R. Defi, "Perancangan Alat Ukur Impedansi Pembumian", *Jurnal Teknik Elektro, Universitas Negeri Semarang*, vol.1, no.2, Nov 2011.
- [4] R. Managam, Y. Martin, "Penentuan Nilai Impedansi Pembumian Elektroda Batang Tunggal Berdasarkan Karakteristik Response Impuls", *Jurnal ELKHA, Universitas Tanjungpura*, vol.2, no.2, 2010.
- [5] D. Jovanović, N. Cvetković, N. Raičević, "Comparative Analysis of Plate and Grid Ground Electrode Characteristics as a Part of Grounding System", *IEEE*, 978-1-5090-3720-9/16, 2016
- [6] H. Amri, L. Jefri, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Resistansi Tanah", *Seminar Nasional Industri dan Teknologi (SNIT)*, 2017.
- [7] M. Mukhsim, Fachrudin, Z.M. Fuad, "Simulasi Pengaruh Kedalaman Penanaman dan Jarak Elektroda Tambahan Terhadap Nilai Tahanan Pembumian", *Jurnal Widya Teknika*, vol.22, no.2, Oktober 2014.

- [8] H. Isyanto, Nurchosid, “Disain Optimalisasi Jarak Grid dan Ground Rod Pada Sistem Pembumian”, Jurnal Elektum Vol. 14 No. 1, April 2017.
- [9] A.D.B. Sadewo, E.R. Widasari, A. Muttaqin, "Perancangan Pengendali Rumah menggunakan Smartphone Android dengan Konektivitas Bluetooth", Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, vol.1, no. 5, Mei 2017.
- [10] E.D. Arisandi, “Kemudahan Pemrograman Mikrokontroller Arduino Pada Aplikasi Wahana Terbang”, Jurnal ilmiah SETRUM, vol.3, no.2, Desember 2014.
- [11] A. Goeritno, Ritzkal, A. Johan, “Kinerja Prototipe Sistem Elektronis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3 Untuk Pemantauan Analogi Instalasi Listrik”, Jurnal Ilmiah SETRUM, vol.5, no.2, Desember 2016.
- [12] R.T. Yunardi, Winarno, Pujiyanto, “Analisa Kinerja Sensor Inframerah dan Ultrasonik untuk Sistem Pengukuran Jarak pada Mobile Robot Inspection”, Jurnal Ilmiah SETRUM, vol.6, no.1, Juni 2017.
- [13] H. Prayitno, E. Rahmawati, “Penentuan Efisiensi Motor DC Menggunakan Mikrokontroler Atmega 328”, Jurnal Inovasi Fisika Indonesia (IFI), vol.06, no.03, 2017.
- [14] Sutono, “Monitoring Distribusi Air Bersih”, Jurnal Ilmiah SETRUM, vol.5, no.1, Juni 2016.
- [15] Texas Instrument, Data Sheet Sensor Arus dan Tegangan INA219, 2018, Tersedia dari: <https://www.adafruit.com/product/904>, [URL dikunjungi pada 14 Juni 2018]
- [16] Board Arduino Nano, 2018, Tersedia dari: <https://store.arduino.cc/arduino-nano>, [URL dikunjungi pada 14 Juni 2018].