

SISTEM MONITORING TEMPAT SAMPAH JARAK JAUH BERBASIS ARDUINO UNO

Sukarjadi¹, Choirun Nisa², Yoga Alif Kurnia Utama³

^{1,2,3}Teknologi Komputer, ^{1,2,3}Politeknik NSC Surabaya
¹sukaryadisakti@gmail.com

ABSTRACT

Pengelolaan sampah di Indonesia masih menghadapi kendala karena truk pengangkut sering menempuh rute yang jauh meskipun tempat sampah belum penuh, sehingga menyebabkan pemborosan waktu dan bahan bakar. Penelitian ini bertujuan mengembangkan purwarupa sistem monitoring tempat sampah jarak jauh untuk meningkatkan efisiensi pengangkutan sampah. Sistem menggunakan Arduino Uno sebagai pengendali utama, sensor ultrasonik untuk mengukur volume sampah, modul GSM sebagai media pengiriman notifikasi, dan modul RTC untuk memantau umur sampah. Sensor memantau kapasitas tempat sampah secara berkala, kemudian Arduino memproses data dan mengirimkan pesan ketika kapasitas hampir penuh, umur sampah mencapai dua hari, atau kapasitas baterai hampir habis. Hasil pengujian menunjukkan sistem berfungsi dengan baik dan mampu mendukung pengelolaan sampah yang lebih efisien.

Keywords: *Arduino Uno, Sensor Ultrasonik, Modul GSM, Telepon Seluler, Purwarupa Tempat Sampah, Modul RTC*

PENDAHULUAN

Di beberapa wilayah di Indonesia, truk sampah seringkali harus memutar jauh sekali hanya untuk mengangkut sampah yang belum tentu penuh volume tempat sampahnya, bahkan ada yang tidak terisi sama sekali. Hal tersebut sangat merugikan sekali karena telah membuang waktu dan bahan bakar. Tetapi semua itu dapat diatasi dengan memanfaatkan sistem *monitoring* tempat sampah jarak jauh. Sistem *monitoring* ini dapat menambah tingkat efisiensi karena dapat menghemat waktu dan bahan bakar.

Menurut penelitian VN. Bhat, bahwa biaya transportasi merupakan antara 70% dan 80% dari seluruh biaya operasional dalam pengumpulan sampah [8]. Oleh karena itu bahkan perbaikan kecil di rute pengumpulan sampah dapat menyebabkan penghematan besar [7].

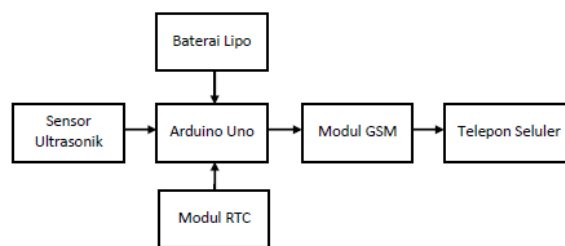
Salah satu bentuk pelayanan yang diberikan pemerintah daerah adalah truk pengangkut sampah yang digunakan untuk mengangkut sampah dari TPS ke TPA [6].

Sehingga diusulkan pada penelitian ini untuk dibuat purwarupa sistem *monitoring* tempat sampah jarak jauh melalui perantara telepon seluler yang akan mempermudah dalam pemakaiannya. Sehingga tidak perlu lagi membuang waktu dan bahan bakar.

METODOLOGI

Blok Diagram

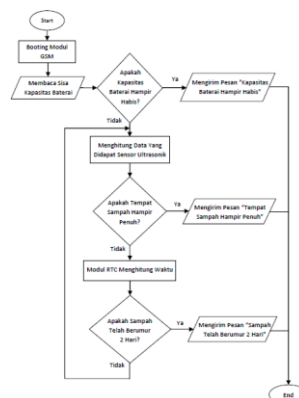
Metode yang digunakan pada penelitian ini yang berjudul “Sistem Monitoring Tempat Sampah Jarak Jauh Berbasis Arduino Uno” adalah dengan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai pembaca ketinggian sampah, modul GSM SIM800L V2 sebagai perantara pengiriman pesan singkat, dan modul RTC DS1302 sebagai *timer* yang akan menentukan umur sampah.



Gambar 2.1 Blok Diagram

Sensor ultrasonik sebagai input yang membaca ketinggian sampah dengan membandingkan jarak antara sensor dengan sampah. Modul RTC berfungsi sebagai *timer* yang akan menentukan umur sampah. Baterai lipo sebagai *supply* utama yang akan memberikan daya ke semua perangkat yang ada. Arduino uno sebagai pemroses data dan nilai yang telah dikirim oleh inputan. Modul GSM sebagai perantara yang bertugas mengirim pesan singkat ke telepon seluler.

Flowchart



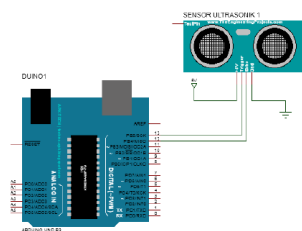
Gambar 2.2 Flowchart

Proses awal adalah proses *booting* modul gsm, dimana modul gsm akan mencari jaringan dan menghubungkan ke penyedia layanan. Kemudian

dilanjutkan dengan pembacaan kapasitas baterai yang tersisa, dimana data yang diperoleh akan digunakan di program selanjutnya. Jika kapasitas baterai di bawah 20%, maka modul gsm akan mengirimkan pesan “Kapasitas Baterai Hampir Habis” ke telepon seluler tujuan. Data yang didapat oleh sensor ultrasonik akan diproses dan kemudian akan didapat nilai dari ketinggian sampah.. Jika ketinggian sampah di bawah 5cm, maka modul gsm akan mengirimkan pesan singkat “Tempat Sampah Hampir Penuh”. Sedangkan jika ketinggian sampah sama dengan 5cm atau di atas 5cm, maka sensor ultrasonik akan membaca ulang dan data akan diproses kembali. Modul rtc akan menghitung data waktu, dimana data tersebut akan digunakan untuk memastikan umur sampah yang nantinya akan digunakan ke program selanjutnya. Jika umur sampah telah berumur 2 hari, maka modul gsm akan mengirimkan pesan “Sampah Telah Berumur 2 Hari”.

Perancangan Sensor Ultrasonik ke Arduino

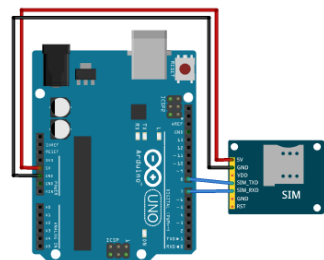
Sensor ultrasonik adalah alat yang digunakan untuk mengukur jarak. Dalam proyek ini, sensor akan berfungsi untuk mengukur ketinggian sampah yang ada di tempat sampah. Ketika ketinggian sampah mencapai ketinggian yang ditentukan, maka sensor ultrasonik akan mengirimkan data ke arduino sehingga modul gsm akan mengirimkan pesan singkat sesuai dengan program yang sudah diberikan.



Gambar 2.3 Rangkaian Sensor Ultrasonik dengan Arduino

Perancangan Modul GSM ke Arduino

SIM800L V2 adalah salah satu modul gsm. dalam proyek ini hanya digunakan untuk mengirim pesan singkat untuk mengetahui ketinggian sampah, umur sampah, dan kapasitas baterai. Pin TXD pada modul gsm terhubung dengan port digital pin 8, sedangkan pin RXD modul gsm terhubung dengan port digital pin 7 pada arduino.

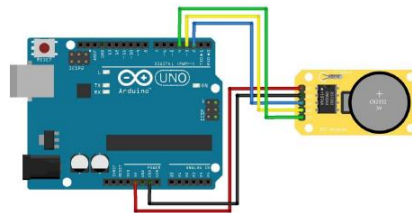


Gambar 2.4 Rangkaian Modul GSM dengan Arduino

Perancangan Modul RTC DS1302 ke Arduino

Modul rtc ds1302 adalah modul yang berfungsi sebagai penghitung umur sampah, dimana satuan waktu yang digunakan untuk acuan adalah hari. Pin CLK pada

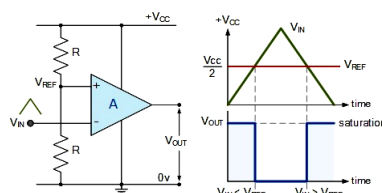
modul rtc terhubung dengan port digital pin 2, pin DAT modul rtc terhubung dengan port digital pin 3, dan pin RST modul rtc terhubung dengan port digital pin 4 pada arduino.



Gambar 2.5 Rangkaian Modul RTC dengan Arduino

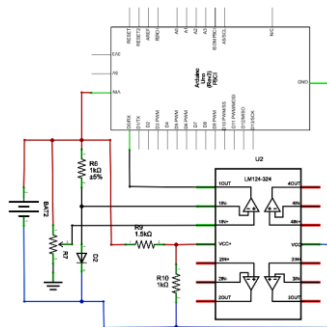
Perancangan Baterai Lipo ke Arduino

Dalam penelitian ini selain digunakan sebagai suplai, monitor kapasitas baterai dengan menggunakan rangkaian pembaca arus yang memanfaatkan op-amp sebagai *comparator* arus. IC op-amp yang digunakan adalah bertipe LM324. Arus yang masuk ke *noninverting input channel* 1 dapat diatur dengan menggunakan potensio sehingga V_{ref} dapat disesuaikan. Jika nilai V_{in} lebih kecil atau sama dengan V_{ref} , maka op-amp akan aktif sehingga *output* dari op-amp akan mengirimkan sinyal ke pin 0 arduino.



Gambar 2.7 Inverting Comparator

Rangkaian yang digunakan pada alat ini adalah rangkaian *inverting comparator*. Alasan digunakan rangkaian *inverting comparator* adalah karena pin 0 arduino telah diatur menjadi *active high*, sehingga pada saat pin 0 menerima sinyal *high* maka akan diproses oleh arduino.



Gambar 2.8 Rangkaian Baterai Lipo dengan Arduino

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik

pengujian untuk mengetahui kemampuan sensor ultrasonik dalam mengukur jarak antara obyek dan sensor ultrasonik. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan modul sensor ultrasonik HC-SR04 ke arduino uno .Hasil pengujian sensor dapat diamati dan ditampilkan pada serial monitor Arduino IDE. Berikut adalah gambar pengujian sensor ultrasonik.



Gambar 3.1 Pengujian Sensor Ultrasonik

Gambar 3.2 Tampilan *Serial Monitor* pada Pengujian Sensor Ultrasonik

Pada tampilan *serial monitor* terlihat bahwa nilai jarak stabil tanpa terdapat *error*. Berikut adalah tabel pengujian sensor ultrasonik.

Tabel 3.1 Hasil Pengukuran Sensor Ultrasonik

Jarak Sebenarnya (cm)	Pengukuran Oleh Sensor (cm)	Error Rata-rata (cm)	Persentase Error (%)
5	5	0	0
10	10	0	0
15	15	0	0
20	20	0	0
25	25	0	0
30	30	0	0
35	35	0	0

Berdasarkan hasil pengujian sensor ultrasonik diketahui bahwa tidak ditemukan adanya *error* pada jarak pengukuran antara 5 – 35 cm. Karena jarak yang diukur alat tidak lebih dari 33 cm, maka modul sensor ultrasonik ini sangat cocok diaplikasikan untuk alat sistem *monitoring* tempat sampah.

Hasil Pengujian Modul GSM

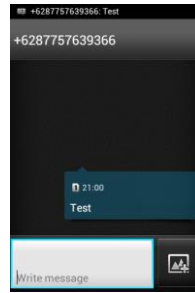
Pengujian modul SIM800L V2 diawali dengan melakukan proses *booting* pada modul GSM, dimana pada proses ini modul GSM mencari jaringan agar dapat melanjutkan ke proses pengiriman pesan singkat. Adapun hasil dari pengujian modul SIM800L ditunjukkan pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Hasil Pengujian Modul SIM800L

Percobaan Ke-	Waktu yang Diperlukan (s)	
	Terhubung ke Jaringan	Mengirim Pesan
1	65	14
2	118	15
3	109	14
4	116	13
5	92	14
Rata-rata	100	14

Dari hasil tabel 3.2 di atas dapat dilihat interval waktu modul SIM800L terhubung ke jaringan berkisar

antara 65 detik sampai dengan 120 detik. Sedangkan interval waktu pengiriman sms berkisar antara 13 detik sampai dengan 15 detik.



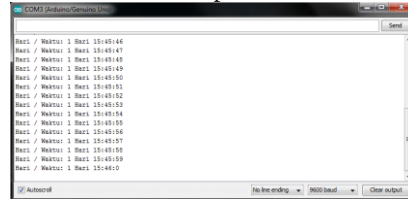
Gambar 3.3 Tampilan Pesan Telah Terkirim

Dari gambar 3.3 dapat dilihat bahwa pengujian pengiriman pesan oleh modul gsm SIM800L telah berhasil.

Hasil Pengujian Modul RTC

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui kemampuan modul RTC DS1302 dalam menghitung satuan waktu. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan langsung modul rtc ke arduino uno. Hasil pengujian modul rtc dapat diamati dan ditampilkan pada serial monitor Arduino IDE. Berikut adalah gambar bentuk fisik modul RTC DS1302.

Berikut adalah tampilan serial monitor pada Arduino IDE.

Gambar 3.4 Tampilan *Serial Monitor* pada Pengujian Modul RTC

Pada tampilan *serial monitor* terlihat bahwa perhitungan waktu oleh modul rtc sudah bekerja dengan baik.

Adapun hasil dari pengujian modul RTC DS1302 ditunjukkan pada tabel 3.3.

Tabel 3.3 Hasil Pengujian Modul RTC

No.	Satuan Waktu	Akurasi
1	Detik	Akurat
2	Menit	Akurat
3	Jam	Akurat
4	Hari dalam seminggu	Akurat
5	Hari dalam sebulan	Nonaktif
6	Bulan	Nonaktif
7	Tahun	Nonaktif

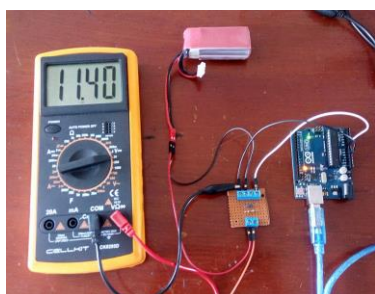
Berdasarkan hasil pengujian modul rtc diketahui bahwa tingkat akurasi perhitungan satuan waktu sudah akurat dan sama dengan perhitungan alat penunjuk waktu lainnya. Karena batas satuan waktu yang digunakan dalam alat hanya sampai batas 2 hari, maka satuan hari dalam sebulan, bulan, dan tahun tidak perlu dipakai untuk

pengaplikasian pada alat sistem *monitoring* tempat sampah.

Hasil Pengujian Baterai Lipo

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui kemampuan baterai lipo dalam mensuplai tegangan dc. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan baterai lipo langsung ke arduino uno. Hasil pengujian baterai lipo dapat diamati dan ditampilkan pada serial monitor Arduino IDE.

Berikut adalah gambar pengukuran baterai lipo.



Gambar 3.5 Pengukuran Baterai Lipo

Pada gambar 3.5 dapat dilihat bahwa pengukuran baterai lipo dapat dilakukan dengan menggunakan multimeter atau arduino

Berikut adalah tampilan serial monitor pada Arduino IDE.



Gambar 3.6 Tampilan Serial Monitor pada Pengujian Baterai Lipo

Pada gambar 3.6 dapat dilihat bahwa masih terdapat *error* pada pengukuran baterai lipo menggunakan arduino.

Adapun hasil dari pengujian baterai lipo ditunjukkan pada tabel 3.4.

Tabel 3.4 Hasil Pengujian Baterai Lipo

Tegangan Sebenarnya (V)	Pengukuran Oleh Arduino (V)	Error Rata-rata (V)	Persentase Error (%)
11,18	11,23	0,05	20
11,30	11,35	0,05	21
11,39	11,44	0,05	20
11,51	11,56	0,05	20
11,62	11,67	0,05	21
11,86	11,91	0,05	20
12,07	12,12	0,05	20
12,33	12,38	0,05	20

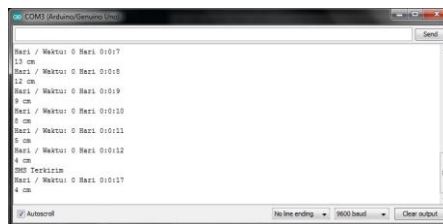
Berdasarkan hasil pengujian baterai lipo diketahui rata-rata error sebesar 0,05V untuk tegangan antara 11,18 – 12,33V. Hal ini menunjukkan bahwa pengukuran tegangan oleh arduino cukup akurat meskipun masih sering terjadi error. Dikarenakan rata-rata error hanya sebesar 0,05V, maka baterai lipo sangat cocok digunakan

sebagai suplai arduino uno dan menjadi sumber energi listrik utama untuk alat yang dirancang ini.

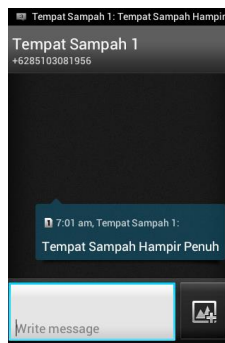
Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan dengan menyambungkan blok perangkat keras dan perangkat lunak. Dengan pengujian ini maka dapat diketahui apakah alat ini bekerja sesuai dengan yang diharapkan.

Pengujian pertama dilakukan dengan mengisi tempat sampah sampai dengan ketinggian yang telah ditentukan. Kemudian jika telah mencapai batas yang ditentukan dan terdapat pesan singkat “Tempat Sampah Hampir Penuh” ke telepon seluler tujuan.



Gambar 3.7 Tampilan Serial Monitor Pengujian Ketinggian Sampah



Gambar 3.8 Pesan “Tempat Sampah Hampir Penuh” Terkirim

Pada gambar 3.7 dapat dilihat bahwa arduino uno akan mengirimkan pesan singkat jika jarak antara ketinggian sampah dan sensor ultrasonik di bawah 5 cm.

Pada gambar 3.8 dapat dilihat bahwa pesan “Tempat Sampah Hampir Penuh” berhasil terkirim. Adapun hasil dari pengujian ketinggian sampah ditunjukkan pada tabel 3.5.

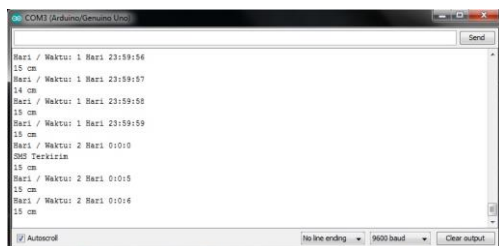
Tabel 3.5 Hasil Pengujian Ketinggian Sampah

Jarak (cm)	Kotak Masuk Telepon Seluler
>5	Tidak ada pesan
5	Tidak ada pesan
<5	Pesan masuk

Dari hasil tabel 3.5 dapat diketahui bahwa pesan singkat “Tempat Sampah Hampir Penuh” hanya akan terkirim jika jarak antara sampah dan sensor telah berada di bawah 5 cm.

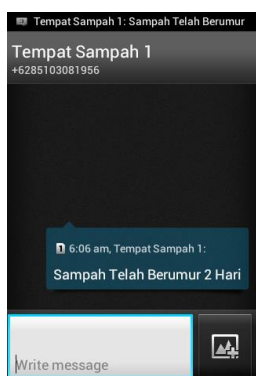
Pengujian kedua dilakukan dengan membiarkan tempat sampah yang telah terisi sesuai dengan batas waktu yang telah ditentukan. Jika telah mencapai batas

waktu yang telah ditentukan dan kemudian terdapat pesan singkat “Sampah Telah Berumur 2 Hari” masuk ke telepon seluler tujuan.,



Gambar 3.9 Tampilan *Serial Monitor* Pengujian Umur Sampah

Pada gambar 3.9 dapat dilihat bahwa arduino uno akan mengirimkan pesan singkat jika waktu telah terhitung 2 hari.



Gambar 3.10 Pesan “Sampah Telah Berumur 2 Hari”
Terkirim

Pada gambar 3.10 dapat dilihat bahwa pesan “Sampah Telah Berumur 2 Hari” berhasil terkirim. Adapun hasil dari pengujian umur sampah ditunjukkan pada tabel 3.6.

Tabel 3.6 Hasil Pengujian Umur Sampah

Umur (Han)	Waktu (Jam)	Kotak Masuk Telepon Seluler
0	8:01	Tidak ada pesan
0	16:01	Tidak ada pesan
1	00:01	Tidak ada pesan
1	8:01	Tidak ada pesan
1	16:01	Tidak ada pesan
2	00:01	Pesan masuk

Dari hasil tabel 3.6 dapat diketahui bahwa pesan singkat “Sampah Telah Berumur 2 Hari” hanya akan terkirim jika umur sampah telah mencapai 2 hari.

Pengujian ketiga dilakukan dengan membuang sisa kapasitas baterai sampai tegangan baterai turun hingga mencapai batas yang telah ditentukan yaitu di bawah 11,2V. Jika tegangan baterai di bawah 11,2V dan terdapat pesan singkat “Kapasitas Baterai Hampir Habis” masuk ke telepon seluler tujuan, maka itu menandakan bahwa arduino uno telah berhasil membaca tegangan dan melanjutkan proses jika tegangan yang masuk telah mencapai batas yang ditentukan, kemudian modul GSM

mengirimkan pesan singkat “Kapasitas Baterai Hampir Habis” ke telepon seluler tujuan.



Gambar 3.11 Tampilan *Serial Monitor* Pengujian Kapasitas Baterai

Pada gambar 3.11 dapat dilihat bahwa arduino uno akan mengirimkan pesan singkat jika tegangan baterai berada di bawah 11,2V.



Gambar 3.12 Pesan “Kapasitas Baterai Hampir Habis”
Terkirim

Pada gambar 3.12 dapat dilihat bahwa pesan “Kapasitas Baterai Hampir Habis” berhasil terkirim. Adapun hasil dari pengujian kapasitas baterai ditunjukkan pada tabel 3.7.

Tabel 3.7 Hasil Pengujian Kapasitas Baterai

Tegangan (V)	Kotak Masuk Telepon Seluler
>11,2	Tidak ada pesan
11,2	Tidak ada pesan
<11,2	Pesan masuk

Dari hasil tabel 3.7 dapat diketahui bahwa pesan singkat “Kapasitas Baterai Hampir Habis” hanya akan terkirim jika tegangan baterai berada di bawah 11,2V.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian, Sistem Monitoring Tempat Sampah Jarak Jauh Berbasis Arduino telah berfungsi sesuai dengan tujuan yang diharapkan. Sensor ultrasonik HC-SR04 mampu mengukur volume sampah dengan baik pada rentang 5–35 cm tanpa menunjukkan rata-rata kesalahan pengukuran yang signifikan, meskipun pembacaan dapat menjadi kurang stabil ketika permukaan sampah tidak rata. Selain itu, modul GSM SIM800L V2 mampu mengirimkan notifikasi ke telepon seluler dengan cepat, sedangkan modul RTC DS1302 memberikan perhitungan waktu yang akurat hingga satuan tahun, sehingga sesuai untuk mendukung pemantauan kondisi tempat sampah dalam jangka waktu yang panjang.

Meskipun demikian, sistem yang dikembangkan masih memiliki beberapa keterbatasan sehingga perlu dilakukan pengembangan lebih lanjut. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat meningkatkan keandalan sistem, khususnya pada penggunaan modul GSM yang memerlukan suplai arus stabil karena berpotensi mengalami restart apabila hanya menggunakan kabel

jumper sebagai penghubung dengan Arduino. Selain itu, pengembangan pada aspek perangkat keras maupun perangkat lunak diharapkan mampu menghasilkan sistem monitoring yang lebih andal, efisien, dan adaptif terhadap perkembangan teknologi di bidang elektronika serta kebutuhan pengelolaan sampah yang semakin kompleks.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdul Kadir, 2015, ***Buku Pintar Pemrograman Arduino***, Yogyakarta, MediaKom.
- [2] Sukarjadi, A Arifiyanto, DT Setiawan, M Hatta ,Perancangan dan Pembuatan Smart Trash Bin di Universitas Maarif Hasyim Latif. *Teknika: Engineering and Sains Journal* 1 (2), 101-110, 2017
- [3] Abdul Kadir, 2016, ***Simulasi Arduino***, Jakarta, Elex Media Komputindo.
- [4] Iswanto, dan Nia Maharani Raharja, 2015, ***Mikrokontroller: Teori dan Praktik Atmega 16 dengan Bahasa C***, Yogyakarta, Deepublish.
- [5] Wasito S., 1984, ***Vademekum Elektronika***, Jakarta, PT. Gramedia.
- [6] Almuchlisin, A.Md., Agung Nugroho Jati, S.T., M.T., Umar Ali Ahmad, S.T., M.T., 2016, Perancangan dan Implementasi Sistem Monitoring Untuk Pelaporan Sampah Berbasis Teknologi Embeded, ***Jurnal Ilmu Teknik Ilmu Elektro***, Universitas Telkom, Vol. 3 No. 1, Hal. 666-673.