

Sistem Monitoring Prototipe Pemilah Sampah Sungai Berbasis Sensor JSN-SR04T dan *Internet of Things*

1st Rakhmad Hidayat
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

rakhmadh@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Porman Pangaribuan
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

porman@telkomuniversity.ac.id

3rd Muhammad Hablul Barri
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

mhbbarri@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Indonesia menghadapi masalah penumpukan sampah di sungai yang berjumlah 2,6 juta ton sampah pada tahun 2021. Sampah logam dan plastik menjadi jenis sampah terbesar di sungai. Padahal sebenarnya masih memiliki nilai guna dan ekonomi yang dapat didaur ulang. Pemerintah telah melakukan upaya mengatasi masalah ini dengan mengangkut sampah dasar sungai menggunakan alat berat dan dipindahkan ke bantaran sungai. Namun, setelah diangkat, sampah ini dibiarkan menumpuk tanpa tindak lanjut. Untuk mengatasi hal ini, penting untuk segera memproses sampah dari sungai dengan melakukan pemilahan, memudahkan pembuangan dan pengolahan kembali. Pemilahan sampah logam dan plastik akan menghindari penumpukan sampah dan menjaga lingkungan sekitar. Sistem yang efisien, memanfaatkan *internet of things*, diperlukan untuk memberikan informasi kepada petugas kebersihan ketika wadah penampung sampah penuh. Pengujian pengiriman notifikasi ke Telegram pengguna berhasil terkirim hingga jarak 10 km, namun membutuhkan koneksi internet untuk beroperasi.

Kata kunci— Sensor JSN-SR04T, Raspberry Pi, Internet of Things

I. PENDAHULUAN

Pada tahun 2021, Indonesia menghadapi masalah penumpukan sampah di sungai [1]. Sebanyak 2,6 juta ton sampah dialirkan ke sungai sehingga menyebabkan pencemaran lingkungan [2]. Upaya pemerintah dalam mengatasi permasalahan ini yaitu mengangkut sampah dasar sungai dengan menggunakan alat berat dan dipindahkan ke bantaran sungai. Namun, setelah diangkat dari dasar sungai, sampah ini dibiarkan menumpuk di bantaran sungai tanpa tindak lanjut.

Beberapa jenis sampah yang tertumpuk masih memiliki nilai guna dan ekonomi yang dapat didaur ulang. Contohnya sampah jenis plastik dan logam yang merupakan penyumbang volume terbesar sampah sungai.

Untuk mengatasi masalah ini, penting untuk segera memproses sampah yang diangkat dari dasar sungai dengan melakukan pemilahan. Pemilahan sampah logam dan plastik akan memudahkan proses pembuangan dan pengolahan kembali. Selain itu, hal ini akan menghindari penumpukan sampah dan menjaga lingkungan sekitar [3]. Sampah logam

bisa dijual kembali atau didaur ulang, sementara sampah plastik juga dapat didaur ulang.

Berdasarkan kebutuhan tersebut, penulis merancang dan membangun sebuah prototipe pemilah sampah sungai. Prototipe ini memiliki tiga fungsi utama yaitu pengeringan sampah, pemilahan sampah menjadi dua jenis yaitu plastik dan logam, dan sistem pemantauan ketinggian wadah penampung akhir sampah.

Pada penelitian ini, fokus utama adalah pemantauan ketinggian sampah pada wadah penampung akhir untuk sampah plastik, logam, dan bukan keduanya atau sampah sisa. Dokumen ini berisikan struktur dan komponen dalam mengimplementasikan sistem pemantauan pada prototipe pemilah sampah sungai berbasis *internet of things* yang mampu mengirimkan informasi hingga 10 km. Pada bagian hasil akan menampilkan proses kalibrasi sensor ketinggian dan pengujian pengiriman informasi ke bot telegram hingga sejauh 10 km.

II. KAJIAN TEORI

A. *Internet of Things*

Internet of Things, dikenal dengan singkatan IoT, merupakan sebuah infrastruktur umum yang memungkinkan penikmat untuk mengaktifkan layanan dengan menghubungkan hal-hal seperti fisik dan virtual [4]. Tujuan IoT adalah memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung terus-menerus. IoT memungkinkan kita untuk menghubungkan mesin, peralatan, dan benda fisik lainnya dengan sensor dan aktuator. Hal ini bertujuan untuk mengambil, memperoleh, dan mengolah data.

B. Raspberry Pi 4

Raspberry Pi merupakan sebuah SBC (*single-board computer*) yang berbentuk persegi Panjang seperti kartu kredit [5]. Raspberry Pi memiliki port untuk input dan output seperti mikrokontroler pada umumnya. Dalam beberapa produk dari Raspberry Pi, Raspberry Pi 4 Model B adalah perangkat unggul dengan peningkatan kecepatan prosesor, kemampuan multimedia, kinerja, memori, dan konektivitas dibandingkan dengan produk generasi sebelumnya.

Meskipun memiliki fitur yang canggih, konsumsi daya listrik Raspberry Pi 4 harus sangat efisien.



GAMBAR 1
Raspberry Pi 4 Model B

Keunggulannya juga terletak pada pin GPIO yang dapat diprogram untuk mengumpulkan atau mengendalikan modul sensor dengan menggunakan pin sebagai port serialnya.

C. Sensor Ultrasonik JSN-SR04T

Sensor JSN-SR04T adalah sensor ultrasonik dengan fitur tahan air hingga rentang pengukuran 20-450 cm. Fitur ini membuat sensor aman digunakan di dalam air tanpa takut terjadi korsleting listrik [6]. Sensor JSN-SR04T memiliki kabel *built-in* yang terhubung ke modul dengan panjang 2,5 m dan rentang tegangan 3-5 Volt untuk pemrosesan sinyal [7].



GAMBAR 2
Sensor Ultrasonik JSN-SR04T

Prinsip kerja sensor JSN-SR04T yaitu dengan menggunakan gelombang suara yang dipancarkan dan memerlukan benda untuk memantulkan sinyal yang kemudian diterima kembali oleh sensor.

D. Telegram

Telegram adalah aplikasi instan berbasis *cloud* yang mementingkan kecepatan dan keamanan [8]. Aplikasi ini dirancang untuk mempermudah manusia berinteraksi dari jarak jauh seperti saling berkirim teks, audio, video, gambar, dan stiker dengan tingkat keamanan yang tinggi.

Beberapa keunggulan Telegram antara lain adalah aplikasi gratis dan akan terus gratis, mengirim pesan lebih cepat, dan lebih ringan ketika dijalankan serta memiliki fitur bot [8]. Aplikasi ini memungkinkan warga digital untuk berinteraksi dengan baik. Salah satu keunggulan teknologi bot Telegram adalah fitur rahasia yang memungkinkan pengguna mengunduh foto dari Instagram. Selain itu, bot Telegram juga dapat berfungsi sebagai alternatif praktis untuk membuat dan mengembangkan media pembelajaran berbasis *online*.

Adapun struktur dan komponen yang merujuk pada sistem telegram sehingga membuat aplikasi telegram berfungsi diantaranya [9]:

1. Server Telegram, yaitu infrastruktur server yang mengelola semua data dan pesan pengguna. Server ini dapat ditemukan di seluruh dunia dan saling berkoordinasi untuk mengirim pesan dan informasi
2. *Cloud Storage*, Telegram menyediakan penyimpanan awan yang memungkinkan pengguna menyimpan file dan media di server Telegram. Ini memudahkan berbagi file tanpa harus mengunduh ulang setiap kali.
3. Protokol MTProto, Telegram menggunakan protokol komunikasi bernama MTProto. Protokol ini didesain khusus untuk kecepatan dan keamanan dalam mentransmisikan pesan dan media.
4. Keamanan, Telegram memiliki fitur keamanan tambahan seperti autentikasi dua faktor (2FA) untuk melindungi akun pengguna dari akses yang tidak sah.

E. Analisis Regresi Linear

Analisis regresi linear merupakan metode statistik yang mengamati hubungan antara variabel dependen Y dengan sekumpulan variabel independen X. Tujuannya adalah memprediksi nilai Y untuk nilai X yang diberikan. Model regresi linier sederhana adalah model sederhana yang hanya memiliki satu variabel bebas X. Persamaan untuk model regresi linier sederhana adalah sebagai berikut [10].

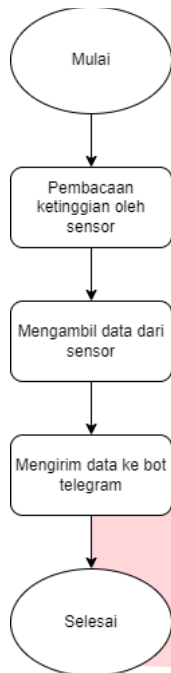
$$Y = aX + b \quad (1)$$

Pada (1), Y adalah variabel dependen, X adalah variabel independen, a adalah *intercep*, yaitu nilai Y pada saat $X=0$, dan b adalah *slope*, yaitu perubahan rata-rata Y terhadap perubahan satu unit dari variabel X.

III. METODE

A. Cara Kerja Sistem

Secara umum, sistem monitoring prototipe pemilahan sampah sungai bekerja ketika sampah-sampah yang telah melalui proses pemilahan masuk ke masing-masing wadah sesuai jenisnya. Untuk lebih jelas, alur kerja sistem ini akan dijelaskan melalui *flowchart*.

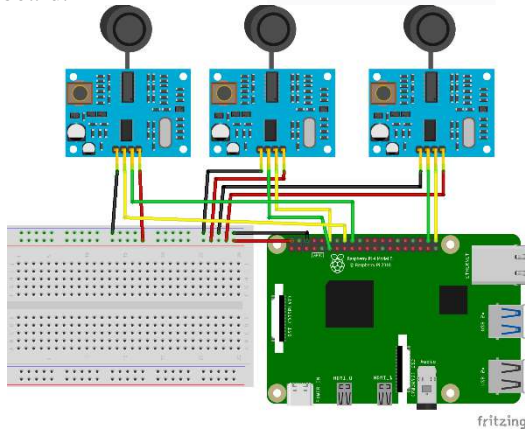


GAMBAR 3
Flowchart Sistem Monitoring

Sistem monitoring akan dimulai dengan memasukkan berupa pembacaan ketinggian oleh sensor JSN-SR04T sesuai pada GAMBAR 3. Setelah itu data akan dikirimkan ke bot telegram sebagai informasi ketika masing-masing wadah sesuai jenisnya telah penuh. Sehingga wadah sampah yang penuh segera diangkat didistribusikan ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA).

B. Kalibrasi Sensor Ultrasonik JSN-SR04T

Pada perancangan rangkaian kalibrasi dibutuhkan beberapa komponen yaitu 3 buah sensor ultrasonik JSN-SR04T, Raspbery Pi 4, 12 buah kabel jumper, dan 1 buah breadboard.



GAMBAR 4
Wiring Kalibrasi Sensor JSN-SR04T

Komponen dapat langsung dihubungkan seperti pada GAMBAR 4. Untuk lebih jelas mengenai pasangan antar pin dapat dilihat pada TABEL 1.

TABEL 1
Pasangan Antar Pin

Sensor Ultrasonik 1	Raspbery Pi 4
VCC	5V
GND	GND
ECHO	GPIO 23
TRIG	GPIO 24

Sensor Ultrasonik 2	Raspbery Pi 4
VCC	5V
GND	GND
ECHO	GPIO 17
TRIG	GPIO 18

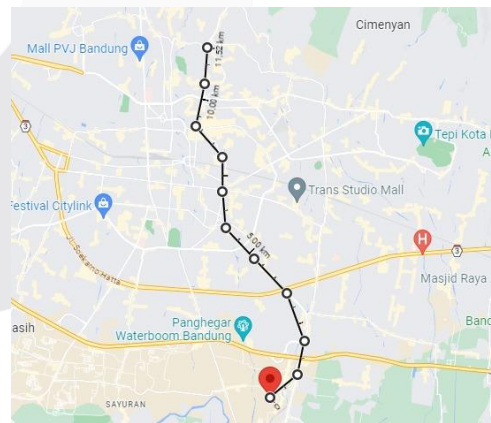
Sensor Ultrasonik 3	Raspbery Pi 4
VCC	5V
GND	GND
ECHO	GPIO 20
TRIG	GPIO 21

1. Langkah Pengujian

- Tempatkan meter ukur dengan panjang 100 cm di atas bidang datar vertikal. Contohnya dinding.
- Letakkan benda dengan bidang datar horizontal pada ujung dinding. Contohnya keramik lantai
- Pilih interval di sepanjang garis untuk meletakkan sensor ultrasonik sehingga menghadap dan sejajar pada bidang datar horizontal. Dalam kalibrasi ini interval yang dipilih yaitu 20, 40, 60, 80, dan 100 cm
- Letakkan sensor ultrasonik dengan jarak yang paling jauh dengan bidang datar vertikal lalu running program. Nilai *pulse* dari ketiga sensor akan tersimpan dalam file .csv
- Turunkan posisi sensor ultrasonik dengan interval jarak yang telah ditentukan sebelumnya
- Pada sel di Microsof Excel ketik =LINEST(. Pilih kolom *pulse* untuk data *known_xs* dan kolom jarak untuk *known_ys*. Maka dari rumus Excel ini akan didapatkan persamaan regresi linear antara jarak dan *pulse*.

C. Pengujian Pengiriman Informasi berupa Notifikasi ke Telegram

Pengujian pengiriman notifikasi ke telegram akan dilakukan dengan cara menghidupkan prototipe pemilah sampah sungai yang berlokasi di Gedung Deli, Telkom Univeristy dengan koordinat (-6.975830, 107.629650). Lalu telegram pengguna akan diletakkan jauh dari prototipe pemilah sampah sungai dengan interval 0-10 km.



GAMBAR 5
Titik Lokasi Pengujian

Titik lokasi pengujian yang dipilih dapat dilihat pada GAMBAR 5. Terdapat 10 titik dengan interval 1 km pada tiap titiknya.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Kalibrasi Sensor Ultrasonik

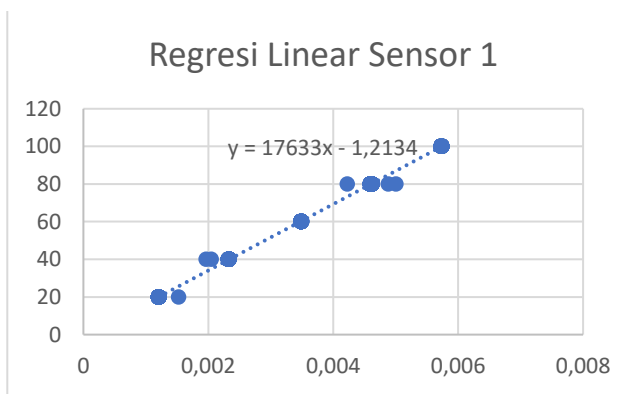
Pada kalibrasi ketiga sensor ultrasonik JSN-SR04T dilakukan dengan pengukuran *pulse* dari masing-masing

interval jarak antara sensor ultrasonik dengan bidang datar vertikal. Pada kalibrasi ini akan diambil 100 data di setiap interval sehingga jumlah data dari semua interval sebanyak 500 data. Hasil rata-rata dari data masing-masing interval yang telah diambil dapat dilihat pada TABEL 2.

TABEL 2
Hasil Kalibrasi Sensor JSN-SR04T

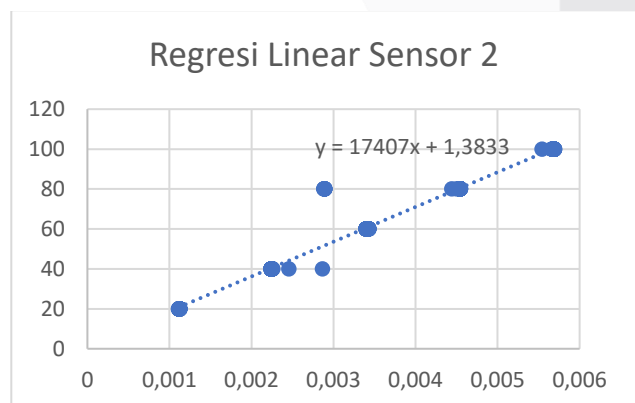
No	Jarak Sebenarnya (cm)	Rata-rata Pulse (s)		
		Ultrasonik 1	Ultrasonik 2	Ultrasonik 3
1	20	0.004606862	0.00568269	0.005676601
2	40	0.003487339	0.004372985	0.004535267
3	60	0.002321284	0.003410819	0.003410239
4	80	0.00120867	0.002251577	0.001861315
5	100	0.004606862	0.001118724	0.001118262

Setelah mendapatkan perbandingan nilai *pulse* dari masing-masing jarak lalu dilakukan analisis regresi linear. Analisis regresi adalah metode statistik yang mengamati hubungan antara variabel dependen Y dan sekumpulan variabel independen X [10]. Variabel Y pada kasus ini merupakan jarak sedangkan variable X merupakan nilai *pulse*.



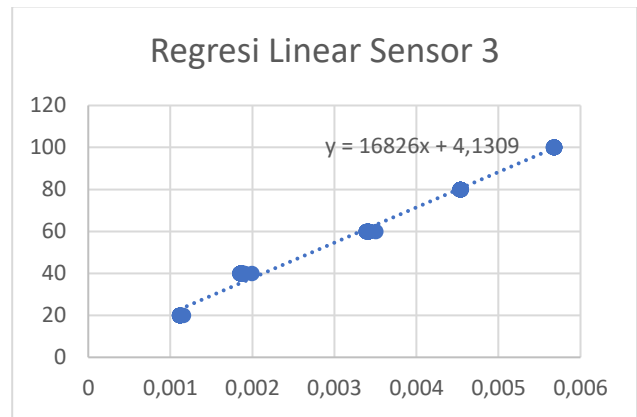
GAMBAR 6
Grafik Sensor 1

Setelah dilakukan analisis regresi linear pada Microsoft Excel, sesuai pada GAMBAR 6 didapatkan persamaan untuk sensor ultrasonik 1 yaitu $y = 17633x - 1.2134$.



GAMBAR 7
Grafik Sensor 2

Sedangkan pada GAMBAR 7, persamaan yang didapatkan untuk sensor ultrasonik 2 yaitu $y = 17407x + 1.3833$.



GAMBAR 8
Grafik Sensor 3

Pada GAMBAR 8, persamaan yang didapatkan untuk sensor ultrasonik 3 yaitu $y = 16826x + 4.1309$. Nilai persamaan ini akan dimasukkan pada *source code*, variabel Y merupakan nilai jarak dan X merupakan nilai *pulse*.

B. Validasi Sensor Ultrasonik

Setelah melakukan kalibrasi terhadap tiga buah sensor ultrasonik maka selanjutnya dilakukan validasi dari hasil kalibrasi tersebut. Validasi dilakukan dengan menghitung presentase error ketika sensor membaca jarak mulai dari 20, 40, 60, 80, dan 100 cm. Besar nilai error dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$error (\%) = \frac{|JS - JT|}{JS} \times 100\%$$

Keterangan:
JS = Jarak Sebenarnya
JT = Jarak terbaca

Dalam hal ini jarak sebenarnya didapatkan dengan pengukuran manual menggunakan meter ukur. Hasil perhitungan nilai error dapat dilihat pada TABEL 3.

TABEL 3
Nilai Error Kalibrasi

JS (cm)	Ultrasonik 1		Ultrasonik 2		Ultrasonik 3	
	JT (cm)	Error (%)	JT (cm)	Error (%)	JT (cm)	Error (%)
20	19.64	1.78	20.66	3.31	19.96	0.20
40	39.53	1.17	40.66	1.65	40.76	1.91
60	60.61	1.01	60.79	1.31	59.27	1.22
80	80.30	0.37	79.95	0.07	79.56	0.55
100	99.94	0.06	100.59	0.59	100.59	0.59

Dengan presentase nilai error yang rendah berkisar antara 0 - 3.31 %. Sehingga perbandingan antara jarak sebenarnya dan jarak terbaca relatif kecil. Oleh karena itu, ketiga sensor ultrasonik terbukti dapat memberikan nilai yang akurat dan konsisten dan dapat diimplementasikan sebagai sensor pendeteksi ketinggian sampah pada masing-masing wadah sampah.

C. Hasil Pengujian Pengiriman Informasi Bot Telegram

Pada pengujian ini, hasil yang didapatkan akan dijelaskan melalui TABEL 4. Terlihat bahwa sistem mampu mengirimkan informasi hingga jarak 10 km dan *delay* pengiriman informasi stabil dan konsisten kurang dari 1 menit.

TABEL 4
Hasil Pengujian Pengiriman Informasi

Jarak (km)	Waktu Pengiriman Data	Waktu Penerimaan Data	Delay	Ket.
1	2023-07-15 15:27	2023-07-15 15:27	< 1 menit	Berhasil
2	2023-07-15 17:29	2023-07-15 17:29	< 1 menit	Berhasil
3	2023-07-15 17:39	2023-07-15 17:39	< 1 menit	Berhasil
4	2023-07-15 17:47	2023-07-15 17:47	< 1 menit	Berhasil
5	2023-07-15 17:55	2023-07-15 17:55	< 1 menit	Berhasil
6	2023-07-15 18:02	2023-07-15 18:02	< 1 menit	Berhasil
7	2023-07-15 18:18	2023-07-15 18:18	< 1 menit	Berhasil
8	2023-07-15 18:51	2023-07-15 18:51	< 1 menit	Berhasil
9	2023-07-15 18:57	2023-07-15 18:57	< 1 menit	Berhasil
10	2023-07-15 19:01	2023-07-15 19:01	< 1 menit	Berhasil

V. KESIMPULAN

Pengujian pengiriman informasi berupa notifikasi ke Telegram pengguna berhasil terkirim hingga jarak 10 km. Ini dikarenakan, sistem monitoring yang dilakukan memanfaatkan *internet of things*. Selama sistem terhubung dengan internet dan juga smartphone pengguna terhubung dengan internet maka sistem mampu mengirimkan informasi dalam jarak yang jauh. Namun, jika sistem tidak terhubung ke internet maka sistem monitoring tidak akan dapat berjalan semestinya.

REFERENSI

- [1] R. N. Yusfi and T. P. Damanhuri, "Studi Karakteristik dan Potensi Daur Ulang Sampah di Bantaran Sungai Cikapundung," *Jurnal Teknik Lingkungan*, vol. 18, no. 2, pp. 155-166, 2012.
- [2] M. I. Mahdi, "Indonesia Hasilkan 21,88 Juta Ton Sampah pada 2021," *DataIndonesia.id*, 8 Februari 2022. [Online]. Available: <https://dataindonesia.id/ragam/detail/indonesia-hasilkan-2188-juta-ton-sampah-pada-2021>. [Accessed 15 Oktober 2022].
- [3] M. Andrian, "Pentingnya Pemilahan Sampah Guna Membantu dalam Pengolahan Sampah di TPS dan BumDes Dagen, Jaten," *kkn.undip.ac.id*, 13 Agustus 2022. [Online]. Available: <https://kkn.undip.ac.id/?p=347928>. [Accessed 17 Oktober 2022].
- [4] F. Yunita, P. Pangaribuan and W. A. Cahyadi, "Smart Coffee Maker Berbasis Internet of Things," vol. 7, no. 3, 2020.
- [5] R. M. R. Clinton and R. Sengkey, "Purwarupa Sistem Daftar Pelanggaran Lalulintas Berbasis Mini-Komputer Raspberry Pi," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 8, no. 3, 2019.
- [6] M. I. Muklisin and A. Sholehuddin, "Pendeteksi Volume Tandon Air Secara Otomatis Menggunakan Sensor Ultrasonic Berbasis Arduino Uno R3," *Jurnal Qua teknika*, vol. 7, no. 2, 2017.
- [7] H. Purwanto, M. Riyadi, D. W. W. Astuti and I. W. A. W. Kusuma, "Komparasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 dan JSN-SR04T untuk Aplikasi Sistem Deteksi Ketinggian Air," *Simetris*, vol. 10, no. 2, 2019.
- [8] F. Fitriansyah and A. , "Penggunaan Telegram Sebagai Media Komunikasi Dalam Pembelajaran Online," *Jurnal Humaniora bina Sarana Informatika*, vol. 20, no. 2, 2020.
- [9] R. Rizki, *Perancangan Sistem Monitoring Server dengan Menggunakan Bot Telegram Sebagai Media Notifikasi Alert*, Jakarta, 2018.
- [10] K. Muludi, E. A. Andini and A. Hijriani, "Implementasi Metode Regresi Linier Sederhana Pada Penyajian Hasil Prediksi Pemakaian Air Bersih Pdam Way Rilau Kota Bandar Lampung Dengan Sistem Informasi Geofrafis," *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, vol. 11, no. 2, 2016.