

SISTEM PEMETAAN TEMPAT PEMBUANGAN SAMPAH SEMENTARA MENGGUNAKAN TEKNOLOGI SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

Suherman¹, Haris Triono Sigit², Muhamad Aditia³

^{1,2} *Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Serang Raya
Jln. Raya Cilegon Serang – Drangong Kota Serang*

¹suherman.unsera@gmail.com

²haristrionosigit@unsera.ac.id

³muhamadaditia073@gmail.com

Abstract

Pengelolaan sampah menjadi salah satu tantangan signifikan dalam perkembangan perkotaan, termasuk di Kecamatan Cipocok Jaya. Ketidakjelasan lokasi Tempat Pembuangan Sampah Sementara (TPS) seringkali menyebabkan akumulasi sampah yang tidak tertangani secara maksimal. Penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem pemetaan TPS dengan memanfaatkan teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk mempermudah identifikasi dan pengelolaan TPS di wilayah tersebut. Sistem ini memungkinkan visualisasi lokasi TPS, status, dan kapasitasnya secara real-time, sehingga memfasilitasi pengambilan keputusan yang lebih tepat oleh pihak pengelola dalam pengaturan dan distribusi TPS. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini mencakup pengumpulan data spasial TPS, analisis geografis, serta perancangan sistem berbasis web yang terintegrasi dengan peta digital. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan SIG dapat meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan lokasi TPS dan memberikan akses informasi yang lebih mudah bagi masyarakat serta pemerintah daerah. Dengan demikian, sistem ini memiliki potensi sebagai solusi yang efektif dalam memperbaiki pengelolaan sampah serta mendukung upaya menjaga kebersihan lingkungan.

Kata kunci: Sistem Informasi Geografis, Tempat Pembuangan Sampah Sementara, Pemetaan, Kecamatan Cipocok Jaya, Pengelolaan Sampah.

I. PENDAHULUAN

Sistem Informasi Geografis merupakan suatu sistem informasi yang dirancang untuk bekerja dengan data yang bereferensi atau berkoordinat geografis. Disamping itu, sistem informasi geografis juga dapat menggabungkan data, mengatur data, dan melakukan analisis data yang akhirnya akan menghasilkan keluaran yang dapat dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan pada masalah yang berhubungan dengan geografis. Serta proses pengukuran dan penggambaran permukaan bumi dengan memanfaatkan sistem informasi geografis. Sistem Informasi Geografis adalah suatu sistem terintegrasi yang di desain untuk menghasilkan, mengambil, menyimpan, menganalisis mengatur dan memvisualisasikan seluruh jenis data spasial atau geospasial dan informasiⁱ. Sistem Informasi Geografis memiliki kemampuan dalam mengumpulkan dan menganalisis data dari tiap titik geografis dimuka bumi, serta melakukan integrasi antar data yang berbeda dalam satu sistem geografisⁱⁱ. Sistem Informasi Geografis juga mampu dalam menjawab dan memberikan informasi terkait lokasi, kondisi sebuah kawasan, tren dan pola sebuah kejadian, serta pemodelan dengan menggunakan asumsi-asumsi tertentu, dan kemudian menyajikan informasi tersebut dalam bentuk pra yang mempunyai referensi geografis.

Tempat pembuangan sampah sementara merupakan tempat penampungan sampah untuk jangka waktu tertentu yang berada di lokasi-lokasi yang telah di tetapkan sebelum diangkut ke tempat pembuangan akhirⁱⁱⁱ. Tempat ini biasanya diatur oleh pemerintah setempat yaitu dinas lingkungan hidup yang merupakan dinas yang menaungi, memegang, dan yang bertanggung jawab atas sampah di Kota Serang dan kapasitasnya menyesuaikan dengan jumlah potensi sampaharganya. Jumlah sampah ini setiap tahun terus meningkat sejalan dan seiring meningkatnya jumlah penduduk masyarakat Kota Serang dan disertai juga kemajuan ilmu pengetahuan teknologi yang menghasilkan pula pergeseran pola hidup masyarakat yang cenderung konsumtif.

Dengan adanya tempat pembuangan sampah sementara berfungsi untuk mengumpulkan sampah dari beberapa banyak lokasi ke tempat penampungan sampah sementara. Sampah-sampah yang terkumpul kemudian diangkut dengan truk sampah yang memiliki ukuran besar, sehingga dapat mengangkut banyak sampah, dan kemudian dibawa ke tempat pembuangan akhir^{iv}. Tujuan utama dari adanya tempat pembuangan sampah sementara adalah untuk mengumpulkan, menyimpan, dan mengelola sampah secara teratur dan terorganisir sebelum akhirnya diangkut ke tempat pembuangan akhir^v. Dengan kata lain TPS adalah tempat

sebelum sampah diangkut ke tempat pendauran ulang, pengolahan, dan atau tempat pengolahan sampah terpadu^{vi}.

Maka perlu adanya pemetaan lokasi tempat pembuangan sampah sementara merupakan suatu kegiatan untuk menandai atau menentukan posisi lokasi yang tepat dimana pengambilan sampah dilakukan. Pemetaan dilakukan dengan menggunakan alat bantu seperti peta atau sistem informasi geografis untuk menunjukkan letak lokasi pembuangan sampah sementara secara akurat. Serta belum maksimalnya penanganan tempat pembuangan sampah sementara yang belum terpetakan mengakibatkan masyarakat masih membuang sampah sembarangan yaitu di pinggir-pinggir jalan yang berdekatan dengan rumah masing-masing sehingga menyebabkan ketidaknyamanan. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah sistem informasi geografis yang dapat membantu dinas lingkungan hidup dalam memberikan informasi tempat pembuangan sampah sementara untuk masyarakat dan petugas kebersihan di Kecamatan Cipocok Jaya.

Sistem informasi geografis yang dibutuhkan ini adalah *web-based* sistem informasi geografis atau lebih dikenal dengan sebutan WebGIS, karena berbasis website maka aplikasi ini membutuhkan browser dan internet untuk menjalankannya. WebGIS memiliki manfaat yang sangat besar yaitu adanya peta online sebuah daerah dimana pengguna dapat mencari lokasi yang diinginkan secara online melalui jaringan internet^{vii}. WebGIS dapat dibuat berdasarkan kebutuhan sesuai bidang yang diinginkan, salah satunya adalah pembuatan WebGIS dalam bidang pemetaan yang dapat digunakan sebagai pemetaan lokasi pembuangan sampah sementara yang tersebar di suatu wilayah khususnya di Kecamatan Cipocok Jaya.

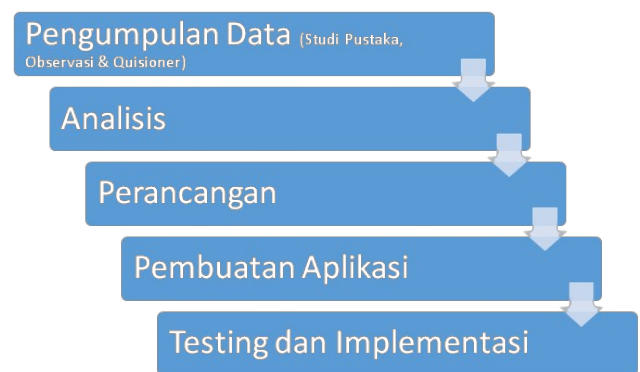
Beberapa penelitian terdahulu tentang penggunaan Sistem Informasi Geografis diantaranya Pemetaan dan Analisis Tempat Penampungan Sampah Sementara Menggunakan Sistem Informasi Geografis di Kecamatan Mataram, Kota Mataram^{viii}, Peran SIG dalam Pengelolaan Sampah di Daerah Perkotaan^{ix}, Aplikasi SIG untuk Meningkatkan Efisiensi Pengelolaan TPS di Kota Semarang^x, Pemetaan Lokasi TPS di Wilayah Perkotaan Menggunakan Teknologi SIG^{xi}, Implementasi Teknologi SIG dalam Pemantauan dan Manajemen Sampah Kota^{xii}, Integrasi SIG dan Data Spasial untuk Optimasi Pengelolaan TPS di Kawasan Perkotaan^{xiii}, Pengembangan Sistem SIG dalam Monitoring TPS Berbasis Data Real-Time^{xiv}, Penerapan SIG untuk Pengelolaan Sampah di Wilayah Perkotaan yang Padat Penduduk^{xv}, Pemanfaatan SIG dalam Penentuan Rute Optimal Pengangkutan Sampah^{xvi} dan Analisis Distribusi TPS di Perkotaan Menggunakan SIG: Studi Kasus di Kota Bogor^{xvii}.

Melalui penggunaan teknologi yang terintegrasi dengan Sistem Informasi Geografis, masyarakat dan petugas kebersihan memiliki kemampuan untuk memonitoring lokasi pembuangan sampah sementara melalui aplikasi atau *platform* daring. Pada penelitian ini akan dirancang dan dibangun Sistem Informasi Geografis berbasis website. Teknologi ini

mengalokasikan sumber-sumber dari database untuk memvisualisasikan gambar-gambar pada peta menggunakan Leaflet Library Javascript yang akan ditampilkan melalui website agar mempermudah dalam penyampaian informasi dan dapat dengan mudah diakses guna mempermudah masyarakat dan petugas kebersihan untuk mengetahui tempat lokasi pembuangan sampah sementara pada Dinas Lingkungan Hidup di Kecamatan Cipocok Jaya.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan metode penelitian yang dilakukan dalam penelitian tentang sistem pemetaan tempat pembuangan sampah sementara seperti pada gambar di bawah ini :



Gambar 1. Metode Penelitian
Sumber : Dokumen Pribadi

Tahapan metode penelitian seperti pada gambar di atas merupakan urutan langkah pelaksanaan penelitian yang dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Tahap Pengumpulan Data

Pada penelitian ini digunakan beberapa teknik pengumpulan data, yaitu :

a. Studi Pustaka

Teknik pengumpulan data ini adalah dengan cara mempelajari literatur-literatur tentang tempat pembuangan sampah sementara, dinas lingkungan hidup dan sistem informasi geografis seperti artikel-artikel dalam majalah dan surat kabar secara online. Selain referensi tersebut di atas, pada penelitian ini juga dipelajari literatur berupa buku, jurnal, makalah atau *ebook* tentang perancangan menggunakan *tools Unified Modelling Language* dan Sistem pemetaan berbasis web atau *WebGIS*.

b. Observasi

Observasi dilakukan dengan melakukan pengamatan secara langsung pada objek penelitian. Dalam hal ini observasi dilakukan pada lokasi-lokasi tempat pembuangan sampah sementara dengan tujuan untuk mendapatkan informasi-informasi yang dibutuhkan

dalam penelitian sehingga dapat mengetahui permasalahan sampah dan tempat pembuangannya.

c. Quisioner

Membagikan quisioner kepada masyarakat dan petugas kebersihan dan meminta kesediaannya untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan yang ada dalam quisioner. Selanjutnya jawaban responden tersebut direkap sehingga diperoleh informasi yang dibutuhkan untuk analisis data.

2. Tahap Analisis

Pada tahapan ini dilakukan analisis pada data yang ada untuk mendefinisikan permasalahan yang sedang terjadi sekaligus juga menganalisis kebutuhan perangkat lunak dan perangkat keras untuk membangun aplikasi Sistem Informasi Geografis untuk pemetaan tempat pembuangan sampah sementara..

3. Tahap Perancangan

Tahapan ini dilakukan setelah analisis data berhasil dilakukan. Pada tahap perancangan, dimulai dengan melakukan pemodelan sistem menggunakan *Unified Modeling Language* (UML), kemudian dilanjutkan dengan merancang *database* dan antarmuka (*interface*) aplikasi.

4. Tahap Pembuatan Program Aplikasi

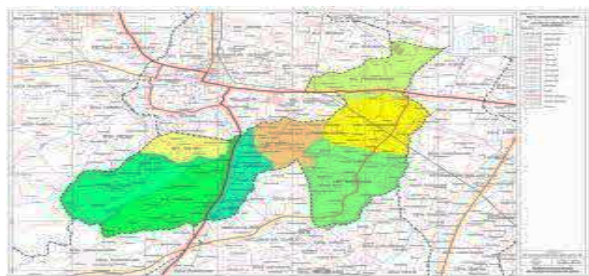
Pada tahap ini hasil perancangan *Unified Modeling Language* (UML) dituangkan ke dalam kode program. Bahasa program yang digunakan untuk membangun aplikasi adalah PHP dan MySQL serta *Leaflet JS* untuk membuat pemetaan. .

5. Tahap Testing dan Implementasi

Aplikasi diuji coba pada beberapa perangkat seperti PC, Laptop dan *Smartphone*. Selanjutnya aplikasi akan diimplementasikan sesuai kebutuhan apabila telah berhasil melalui tahap uji coba aplikasi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan uraian tahapan metode penelitian, pembahasan ini diawali dengan tahap pengumpulan data yang dilakukan di kecamatan Cipocok Jaya. Berikut adalah gambar peta lokasinya :



Gambar 2. Peta Kecamatan Cipocok Jaya

Pada tahap pengumpulan data ini diperoleh detail data lokasi tempat pembuangan sampah sementara yang disajikan dalam bentuk tabel di bawah ini :

Tabel 1. Data Lokasi Tempat Pembuangan Sampah Sementara (TPS) Kecamatan Cipocok Jaya

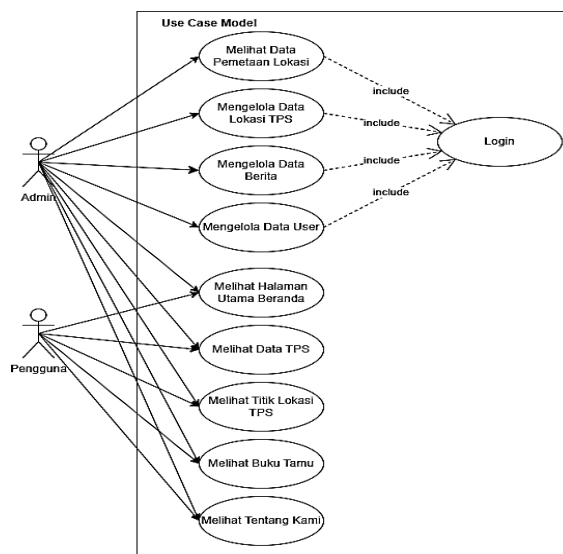
| No | Nama TPS | Koordinat | Alamat |
|----|-------------------------|----------------------------|--|
| 1 | Terminal Pakupatan | -6.1338004, 106.1681784 | Panancangan, Kec. Cipocok Jaya, Kota Serang, Banten 42124 |
| 2 | SMAN 2 Nancang | -6.1519279, 106.1588382 | Jl. Raya Serang - Pandeglang, Tembong, Kec. Cipocok Jaya, Kota Serang, Banten 42126 |
| 3 | Komp. ABRI / Bayangkara | -6.132364, 106.172014 | Jl. Perumahan Cipocok Jaya 60-70, Cipocok Jaya, Kec. Cipocok Jaya, Kota Serang, Banten 42121 |
| 4 | DepanKel. Cipocok | -6.1337565, 106.1732255 | Jl. Bhayangkara 212, Cipocok Jaya, Kec. Cipocok Jaya, Kota Serang, Banten 42121 |
| 5 | Prisma | -6.1204268, 106.1872004 | Panancangan, Kec. Cipocok Jaya, Kota Serang, Banten 42124 |
| 6 | STIE Bina Bangsa | -6.1205143, 106.1903545 | Panancangan, Kec. Cipocok Jaya, Kota Serang, Banten 42124 |
| 7 | Komp. Untirta | -6.1215517, 106.1949967 | Panancangan, Kec. Cipocok Jaya, Kota Serang, Banten 42124 |
| 8 | Perum. Citra gading | -6.1476071, 106.1727206 | Cipocok Jaya, Kec. Cipocok Jaya, Kota Serang, Banten 42121. |
| 9 | Perum. Bumi | -6.1261344, | PerumBumi |

| | | | |
|----|-------------------------|-------------------------|--|
| | Mutiara Serang | 106.1965808 | Mutiara Serang, Banjaragung, Kec. Cipocok Jaya, Kota Serang, Banten |
| 10 | Perum. Banjar Asri | -6.1561565, 106.1864702 | Jl. Solo 23, Banjarsari, Kec. Cipocok Jaya, Kota Serang, Banten 42123 |
| 11 | Perum.KSB | -6.1350467, 106.1883617 | Banjaragung, Kec. Cipocok Jaya, Kota Serang, Banten 42122 |
| 12 | Kp. Bogeg | -6.1323666, 106.200516 | Jl. Syech Moh. Nawawi, Banjaragung, Kec. Cipocok Jaya, Kota Serang, Banten 42122 |
| 13 | POLDA | -6.150611, 106.194221 | Banjarsari, Kec. Cipocok Jaya, Kota Serang, Banten |
| 14 | BelakangKec. Cipocok | -6.1362882, 106.1748029 | Jl. Bhayangkara Link, Cipocok Jaya, Kec. Cipocok Jaya, Kota Serang, Banten 42121 |
| 15 | Perum. PuriSerang Hijau | -6.1462583, 106.1797338 | Jl. Puri Serang Hijau, CipocokJaya, Kec. Cipocok Jaya, Kota Serang, Banten 42121 |
| 16 | Komp. Kejaksanaan | -6.1335218, 106.1614461 | Tembong, Kec. Cipocok Jaya, Kota Serang, Banten 42117 |

Data hasil penelitian pada tabel di atas selanjutnya dianalisis untuk menjawab permasalahan informasi lokasi Tempat Pembuangan Sampah Sementara yang belum tersampaikan dengan baik kepada masyarakat dan petugas kebersihan. Masyarakat dan petugas kebersihan membutuhkan informasi lokasi untuk memudahkan pencarian Tempat Pembuangan Sampah Sementara yang terdekat untuk kelancaran pembuangan sampah dan distribusinya.

Hasil analisis data ini dapat dijadikan sebagai dasar pembuatan desain aplikasi WebGis untuk mengakses informasi dan lokasi setiap Tempat Pembuangan Sampah

Sementara di wilayah kecamatan Cipocok Jaya. Berikut adalah Desain aplikasi menggunakan Diagram *Usecase* seperti pada gambar di bawah ini :



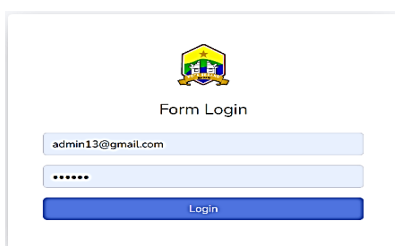
Gambar 3. Diagram *Usecase* Aplikasi WebGis Tempat Pembuangan Sampah Sementara

Berdasarkan diagram di atas, terdapat 2 aktor yang berinteraksi dengan *usecase* yaitu Admin dan Pengguna. Admin dapat berinteraksi dengan seluruh *usecase* sedangkan pengguna hanya berhubungan dengan *usecase* melihat halaman utama beranda, melihat data TPS, melihat titik lokasi TPS, melihat buku tamu dan melihat tentang kami. Berikut adalah penjelasan masing-masing *usecase*:

1. Login : Menggambarkan bagaimana admin melakukan login agar bisa masuk ke sistem
2. Melihat data pemetaan lokasi : Menggambarkan bagaimana admin memeriksa titik lokasi persebaran TPS pada peta
3. Mengelola data lokasi TPS : Menggambarkan bagaimana admin melakukan kelola data lokasi TPS
4. Mengelola data berita : Menggambarkan bagaimana admin melakukan kelola data berita
5. Mengelola data user : Menggambarkan bagaimana admin melakukan kelola data *user*
6. Melihat halaman beranda : Menggambarkan bagaimana *Actor* mengakses halaman beranda
7. Melihat data TPS : Menggambarkan bagaimana *Actor* mengakses halaman data TPS
8. Melihat titik lokasi : Menggambarkan bagaimana

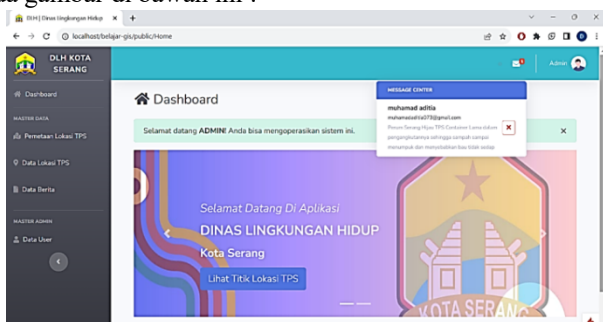
- TPS
9. Melihat buku tamu : *Actor* mengakses halaman Titik Lokasi Persebaran TPS
10. Melihat tentang kami : *Actor* mengakses halaman buku tamu
10. Melihat tentang kami : *Actor* mengakses halaman tentang kami

Dengan mengikuti rancangan sistem di atas, selanjutnya dilakukan pembuatan aplikasi sistem pemetaan tempat pembuangan sampah sementara menggunakan teknologi Sistem Informasi Geografis, dibangun dengan bahasa program Php dan database MySQL. Di dalam aplikasi ini ditambahkan fitur-fitur yang mendukung Sistem Informasi Geografis yaitu penambahan *digital leaflet js* untuk menampilkan peta ke dalam aplikasi. Hasil dari pengembangan aplikasi dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



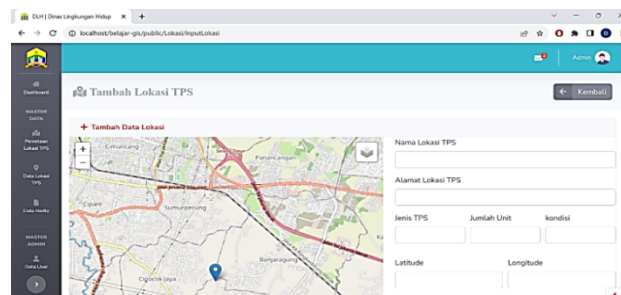
Gambar 4. Login Admin

Aplikasi diawali dengan layar Login Admin dimana pada tampilan ini admin diminta untuk memasukkan *username* dan *password* ke dalam sistem. Jika admin sukses memasukkan *username* dan *password*, aplikasi akan mengarahkan ke tampilan berikutnya yaitu halaman *dashboard* seperti terlihat pada gambar di bawah ini :



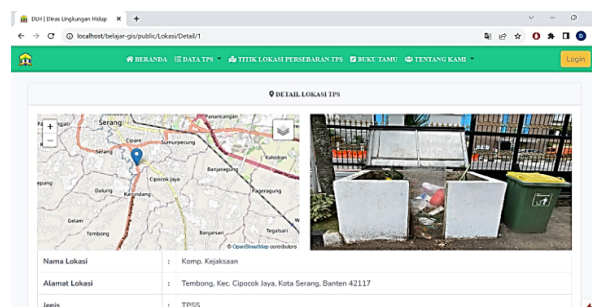
Gambar 5. Halaman Dashboard

Pada halaman ini admin dapat mengelola informasi tentang lokasi tempat pembuangan sampah sementara di lingkungan Cipocok Jaya. Admin dapat menambah, mengubah dan menghapus data Tempat Pembuangan Sampah Sementara (TPS) seperti terlihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 6. Halaman kelola data Tempat Pembuangan Sampah Sementara

Data yang diinput ke dalam sistem adalah nama lokasi, alamat, jenis TPS, Jumlah TPS, koordinat dan gambar. Dengan adanya penambahan data TPS ke dalam aplikasi, petugas pengambil sampah maupun masyarakat dapat mengetahui lokasi dan rute untuk setiap TPS yang akan dituju melalui peta lokasi dalam aplikasi seperti gambar di bawah ini :



Gambar 7. Halaman detail lokasi TPS

Seperti yang terlihat pada gambar di atas aplikasi ini terbukti dapat membantu dan memudahkan masyarakat atau petugas kebersihan untuk mencari lokasi titik tempat pembuangan sampah yang ada di Kecamatan Cipocok Jaya. Masyarakat dan petugas kebersihan dapat mengakses *website* tanpa harus melakukan login terlebih dahulu. Pada menu titik lokasi persebaran TPS menampilkan peta *digital leaflet js* yang dapat melihat informasi mengenai TPS dan rute lokasi. sehinggamemudahkan masyarakat dan petugas kebersihan untuk menemukan lokasi TPS terdekat.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penjelasan hasil penelitian tentang sistem pemetaan lokasi tempat pembuangan sampah sementara di kecamatan Cipocok Jaya yang telah dipaparkan di atas maka dapat disimpulkan :

1. Aplikasi Pemetaan Lokasi Tempat Pembuangan Sampah Sementara Pada Dinas Lingkungan Hidup Berbasis Web GIS di Kecamatan Cipocok Jaya berbasis web ini berhasil dibangun menggunakan *leaflet js* sebagai peta digital.

2. Sistem informasi geografis ini dapat mengetahui lokasi tempat pembuangan sampah sementara pada sektor kecamatan cipocok jaya dengan menggunakan leaflet js.
3. Pada aplikasi Pemetaan Lokasi Tempat Pembuangan Sampah Sementara Berbasis GIS Pada Dinas Lingkungan Hidup di Kecamatan Cipocok Jaya ini menggunakan peta digital secara *real-time*.

V. SARAN

Berikut adalah beberapa hal yang dapat dijadikan sebagai saran untuk pengembangan aplikasi pada penelitian berikutnya yaitu :

1. Sebaiknya aplikasi ini ditambahkan kolom komentar dan saran bagi warga yang ingin menyampaikan pengaduan terkait permasalahan tempat pembuangan sampah sementara.
2. Sebaiknya aplikasi dapat ditambahkan notifikasi bila tempat sampah pada lokasi TPS sudah penuh.

REFERENSI

- (1) Haridhi, H. A. (2020). Buku ajar sistem informasi geografis kelautan. Aceh: Syiah Kuala University Press.
- (2) Sambah, A. B. (2020). Aplikasi sistem informasi geografis dalam bidang perikanan dan kelautan. Malang: Tom UB Press
- (3) Keman. S. (2022). Dasar Kesehatan Lingkungan. Jawa Timur: Airlangga University Press
- (4) Sadana. A. S. (2020). Ayo jaga kebersihan dan kesehatan kota. Jakarta: CV. Rasi Terbit
- (5) Patilaiya. H. L. dan Sinaga. J. (2022). Higiene, sanitasi, dan keselamatan kesehatan kerja (K3). Padang: PT. global eksekutif teknologi
- (6) A. Kahfi, "Tinjauan terhadap pengelolaan sampah," *Jurisprudentie Jurusan Ilmu Hukum Fakultas Syariah dan Hukum*, vol. 4, no. 1, pp. 12-25, 2017.
- (7) Hutagalung. J. dan Azlan. (2019). Penerapan AHP-GIS berbasis Web. Jawa Tengah: Lakeisha
- (8) Wahyudin, W. & Siswandi, E. (2021). Pemetaan dan Analisis Tempat Penampungan Sampah Sementara Menggunakan Sistem Informasi Geografis di Kecamatan Mataram, Kota Mataram. *Jurnal Serambi Engineering*, 6(4). <https://doi.org/10.32672/jse.v6i4.3474>
- (9) Nugroho, A. (2020). "Peran SIG dalam Pengelolaan Sampah di Daerah Perkotaan." *Jurnal Teknologi Informasi*, 12(1), 89-101.
- (10) Wijaya, D. (2021). "Aplikasi SIG untuk Meningkatkan Efisiensi Pengelolaan TPS di Kota Semarang." *Jurnal SIG dan Lingkungan*, 9(1), 12-22.
- (11) Rahayu, S. (2022). "Pemetaan Lokasi TPS di Wilayah Perkotaan Menggunakan Teknologi SIG." *Jurnal Sistem Informasi Geografis*, 14(3), 77-89.
- (12) Pradana, G. (2020). "Implementasi Teknologi SIG dalam Pemantauan dan Manajemen Sampah Kota." *Jurnal Manajemen Sampah*, 7(4), 100-110.
- (13) Ramadhani, M. (2021). "Integrasi SIG dan Data Spasial untuk Optimasi Pengelolaan TPS di Kawasan Perkotaan." *Jurnal Perencanaan Kota*, 9(2), 33-45.
- (14) Utami, Y. (2020). "Pengembangan Sistem SIG dalam Monitoring TPS Berbasis Data Real-Time." *Jurnal Informasi Geospasial*, 6(2), 99-110.
- (15) Amalia, F. (2021). "Penerapan SIG untuk Pengelolaan Sampah di Wilayah Perkotaan yang Padat Penduduk." *Jurnal Teknologi Informasi dan Lingkungan*, 14(1), 70-82.
- (16) Lestari, T. (2021). "Pemanfaatan SIG dalam Penentuan Rute Optimal Pengangkutan Sampah." *Jurnal Teknologi Transportasi*, 10(2), 99-111.
- (17) Hidayat, M. (2020). "Analisis Distribusi TPS di Perkotaan Menggunakan SIG: Studi Kasus di Kota Bogor." *Jurnal Perencanaan Lingkungan*, 12(4), 88-101.