



Peningkatan Akurasi Pada Sistem Monitoring Posisi Kapal Menggunakan Metode Kalman Filter

Herianto ^{1*}, Fajri Profesio Putra ², Muhammad Asep Subandri ³

^{1,2,3} Teknik Informatika/Rekayasa Perangkat Lunak, Politeknik Negeri Bengkalis, Indonesia

anto17985@gmail.com ^{1*}, fajri@polbeng.ac.id ², msubandri@polbeng.ac.id ³

Alamat Kampus: Jl. Bathin Alam, Sungai Alam. Bengkalis Riau - 28711

Korespondensi penulis: anto17985@gmail.com

Abstract. *This research produces a monitoring system to determine the position of the ship using the Kalman Filter method in web-based system development using the waterfall development method. This system allows users to view the position and coordinates of the ship in real-time. By applying the Kalman Filter method, uncertainty and noise in measuring the position of the ship can be reduced, thereby increasing the accuracy in determining the actual position of the ship. The system development process is carried out using the waterfall method which consists of requirements analysis, design, implementation, testing, and maintenance. The developed web-based system provides more accurate and reliable information to users, with the ability to view the position and coordinates of the ship in real time. This research contributes to the development of a more effective ship position monitoring system that can be used in various purposes such as navigation, surveillance, and ship monitoring.*

Keywords: *Kalman Filter, Coordinates, Ship Position, Website, Waterfall*

Abstrak. Penelitian ini menghasilkan sebuah sistem monitoring untuk mengetahui posisi kapal dengan menggunakan metode Kalman Filter dalam pengembangan sistem berbasis web menggunakan metode pengembangan waterfall. Sistem ini memungkinkan pengguna untuk melihat posisi dan koordinat kapal secara real-time. Dengan menerapkan metode Kalman Filter, ketidakpastian dan noise dalam pengukuran posisi kapal dapat dikurangi, sehingga meningkatkan akurasi dalam menentukan posisi sebenarnya kapal. Proses pengembangan sistem dilakukan menggunakan metode waterfall yang terdiri dari analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan. Sistem berbasis web yang dikembangkan memberikan informasi yang lebih akurat dan dapat diandalkan kepada pengguna, dengan kemampuan untuk melihat posisi dan koordinat kapal dalam waktu nyata. Penelitian ini berkontribusi pada pengembangan sistem monitoring posisi kapal yang lebih efektif dan dapat digunakan dalam berbagai keperluan seperti navigasi, pengawasan, dan pemantauan kapal.

Kata kunci: *Kalman Filter, Koordinat, Posisi Kapal, Website, Waterfall*

1. LATAR BELAKANG

Di era modern ini banyak kapal yang masih menggunakan kompas untuk mengetahui arah dan tujuan, namun tak jarang metode tersebut membuat arah menjadi tidak akurat. Masalah yang sering dihadapi kapal ialah kehilangan arah dan koordinat saat berlayar. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat sistem untuk pemantauan posisi kapal saat berlayar menggunakan GPS (*Global Positioning System*), dan di akuratkan lagi dengan menggunakan metode *Kalman Filter*, metode *Kalman Filter* ini berfungsi untuk menghilangkan *noise* pada data yang belum akurat dan dengan adanya permasalahan tersebut dibuatlah analisis dan perancangan sistem dalam bentuk website untuk memudahkan syahbandar dalam melihat posisi kapal yang sedang berlayar di perairan lepas.

Pemantauan posisi merupakan aspek penting dalam berbagai aplikasi, termasuk navigasi, pemetaan, kendali lalu lintas, dan survei. Dalam banyak kasus, keakuratan pemantauan posisi menjadi faktor kritis yang mempengaruhi kualitas dan kehandalan sistem. Dalam situasi nyata, terdapat ketidakpastian yang terkait dengan perolehan data posisi, seperti gangguan, kesalahan pengukuran, atau noise. Ketidakpastian ini dapat mengakibatkan estimasi posisi yang tidak akurat, Jadi untuk menghindari ketidak akuratan tersebut saya menerapkan metode *kalman filter*. Metode *Kalman Filter* adalah metode matematis yang digunakan untuk memperbaiki estimasi dan prediksi dengan mempertimbangkan ketidakpastian (Setiawan, Triharminto, & Fahrurrozi, 2021). Metode ini memiliki kemampuan untuk menggabungkan informasi dari sumber yang berbeda, seperti data sensor dan model sistem, sehingga menghasilkan estimasi posisi yang lebih akurat (Purnaningrum, 2020).

Muzawi, dkk, (2019) menjelaskan, sistem monitoring merupakan suatu proses untuk mengumpulkan data yang real time dari berbagai sumber daya. GPS (*Global Positioning System*) adalah sistem satelit navigasi dan penentuan posisi dikelola oleh Amerika Serikat (Dogruyol dkk, 2021). Sistem ini didesain untuk memberikan posisi dan kecepatan tiga-dimensi serta informasi mengenai waktu, secara kontinyu di seluruh dunia tanpa bergantung waktu dan cuaca, kepada banyak orang secara simultan (Imamshadiqin dkk, 2022). Pada saat ini, sistem GPS sudah banyak digunakan di Indonesia, terutama yang terkait dengan aplikasi-aplikasi yang menuntut informasi tentang posisi (Sudirman, 2019).

Sehubungan dengan pembahasan diatas metode *Kalman Filter* ini dapat menghilangkan *noise* dari suatu sinyal yang mengandung informasi dan mengambil informasi tersebut untuk diproses lebih lanjut. Suatu proses yang menggunakan *Kalman Filter* untuk mem-filter noise harus dapat disajikan dalam dua persamaan, yaitu persamaan *state* dan persamaan keluaran. *Kalman Filter* digunakan untuk menyelesaikan permasalahan *estimasi state* pada suatu proses yang dapat dinyatakan dalam persamaan *deferensial linear* seperti pada persamaan (Hasan, dkk., 2021).

Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan sistem monitoring posisi kapal yang handal dan akurat menggunakan GPS dengan metode *Kalman Filter*. Sistem ini diharapkan dapat memberikan informasi posisi yang real-time dan akurat kepada kapten kapal dan dapat meningkatkan keamanan pelayaran kapal yang efisiensi melalui penggunaan sistem monitoring posisi yang terintegrasi dan dapat diandalkan. Dengan demikian, skripsi ini akan fokus pada pengembangan sistem monitoring posisi kapal menggunakan GPS dengan metode *Kalman Filter*. Penelitian ini memiliki relevansi yang

tinggi dengan kebutuhan dalam industri perkapalan dan memiliki potensi untuk meningkatkan keamanan dan efisiensi pelayaran kapal. Melalui penggunaan metode *Kalman Filter*, diharapkan sistem ini dapat memberikan estimasi posisi yang akurat dan memenuhi kebutuhan kapten kapal dalam memantau pergerakan kapal mereka di perairan.

2. KAJIAN TEORITIS

Hasan dkk. (2021), dalam jurnal penelitiannya yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Monitoring Posisi Dan Kecepatan Kapal Secara *Online* Berbasis *Mobile Android*” pada penelitian ini akan mengembangkan sebuah sistem rancang bangun aplikasi android untuk mendeteksi keadaan posisi dan kecepatan kapal serta memudahkan kesyahbandaran dalam memonitor posisi dan kecepatan kapal pada saat berlayar. Dengan mengaplikasikan *mikrokontroller* dan beberapa sensor seperti *flow* meter yang berfungsi untuk mengetahui kecepatan laju kapal dan *Global Position System* (GPS) untuk mengetahui lokasi koordinat kapal. Dalam penelitian ini belum menerapkan metode hanya menetapkan berbasis *Mobile* dan *Android*. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang di lakukan adalah menerapkan metode *Kalman Filter* untuk mengakuratkan data.

Penelitian selanjutnya yang di lakukan oleh (Desnanjaya, dkk., 2021). Dengan judul “Sistem Pendeteksi Keberadaan Nelayan Menggunakan GPS Berbasis *Arduino*” Dalam penelitian ini membahas *Global Position System* (GPS) adalah sistem navigasi yang dapat memberikan informasi dari suatu alat yang berhubungan dengannya dari satelit (Malah dkk, 2022). Alat yang berhubungan tersebut dinamakan *GPS receiver*. Informasi yang diperoleh antara lain berupa posisi lintang (*latitude*) dan posisi bujur (*longitude*). Informasi *latitude* dan *longitude* inilah yang dapat memberitahukan posisi suatu benda dari satelit. Dalam penelitian ini dilakukan proses pencarian nelayan dengan menggunakan GPS sebagai sistem pendeteksi keberadaan nelayan berbasis *Arduino*, tidak adanya membahas metode yang di gunakan dalam penelitian. Perbedaan dengan penelitian yang akan di lakukan adalah membuat sistem berbasis web yang berfungsi untuk melihat pergerakan kapal.

(Mulyanto , dkk., 2022). Penelitian yang berjudul “Sisitem Informasi Monitoring Kapal Nelayan Pada Satuan Kerja Pengawasan Sumber Daya Kelaudan dan Perikanan”. Dari penelitian ini masalah yang di hadapi masih banyak terdapat pelayaran yang di lakukan secara ilegal daan lemahnya pengawasan terhadap pelayaran yang terjadi di perairan lepas. Metode yang di gunakan dalam penelitian ini adalah *System Development*

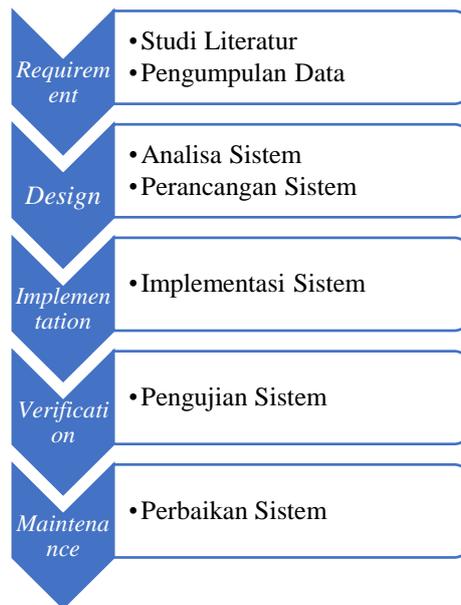
Life Cycle (SDLC). Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang akan di lakukan adalah metode pengembangan *waterfall*.

Penelitian yang berjudul “Sistem Monitoring Keamanan Pelayaran Nelayan Berbasis *Internet Of Things*” yang di lakukan oleh (Budiman & Suryana, 2019). Sistem monitoring merupakan suatu sistem yang digunakan untuk melakukan pemantauan dan pengawasan agar petugas yang berwenang dapat mengetahui siapa nelayan dan kapal apa yang sedang berlayar di lautan sehingga apabila terjadi keadaan darurat di laut, masalah tersebut akan cepat diatasi. Dengan memanfaatkan teknologi internet of things maka akan dibuat sebuah aplikasi yang dapat melakukan pemantauan kapal nelayan yang sedang berlayar menggunakan modul GPS sebagai alat untuk mendapatkan posisi kapal, modul NRF24 sebagai alat untuk mengirimkan data dari kapal ke stasiun penerima, tombol panik untuk melaporkan kondisi darurat dan modul Sim800 untuk mengirimkan data ke webserver. Metode pengembangan perangkat lunak yang di gunakan adalah metode *prototyping*.

3. METODE PENELITIAN

Metode *Waterfall*

Penelitian yang di lakukan oleh (Wahid, 2020) Metode air terjun atau yang sering disebut metode *waterfall* sering dinamakan siklus hidup klasik (*classic life cycle*), nama model ini sebenarnya adalah “*Linear Sequential Model*” dimana hal ini menggambarkan pendekatan yang sistematis dan juga berurutan pada pengembangan perangkat lunak, dimulai dengan spesifikasi kebutuhan pengguna lalu berlanjut melalui tahapan-tahapan perencanaan (*planning*), permodelan (*modelling*), konstruksi (*contruction*), serta penyerahan sistem ke para pengguna (*deployment*), yang diakhiri dengan dukungan pada perangkat lunak lengkap yang dihasilkan. Berikut adalah tahapan metode *waterfall* (Bariah, 2020):



Gambar 1. Metode Waterfall

a. Requirements

Tahap ini pengembang sistem diperlukan komunikasi yang bertujuan untuk memahami perangkat lunak yang diharapkan oleh pengguna dan batasan perangkat lunak tersebut. Informasi dapat diperoleh melalui wawancara, diskusi atau survei langsung. Informasi dianalisis untuk mendapatkan data yang dibutuhkan oleh pengguna.

b. Design

Pada tahap ini, pengembang membuat desain sistem yang dapat membantu menentukan perangkat keras (*hardware*) dan sistem persyaratan dan juga membantu dalam mendefinisikan arsitektur sistem secara keseluruhan.

c. Implementation

Pada tahap ini dilakukan implementasi hasil desain menjadi sebuah bahasa program. Penulis telah merancang sistem pendeteksi posisi kapal dengan menggunakan metode *Kalman Filter* untuk mengakuratkan posisi.

d. Verification

Verification adalah tahap pengujian sistem apakah sudah berjalan sesuai dengan fungsinya atau tidak. Penulis telah melakukan pengujian pada website ini secara langsung yang berfokus pada akurasi posisi menggunakan *Kalman Filter*.

e. Maintenance

Dalam tahap *maintenance* dilakukan penanganan kesalahan (*error handling*) berdasarkan hasil dari pengujian. Setiap kesalahan yang diidentifikasi selama pengujian sistem akan dianalisis secara mendalam untuk memahami akar penyebabnya. Proses ini

melibatkan perbaikan *bug*, pembaruan kode, dan implementasi solusi untuk memastikan bahwa kesalahan tersebut tidak muncul kembali di masa depan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

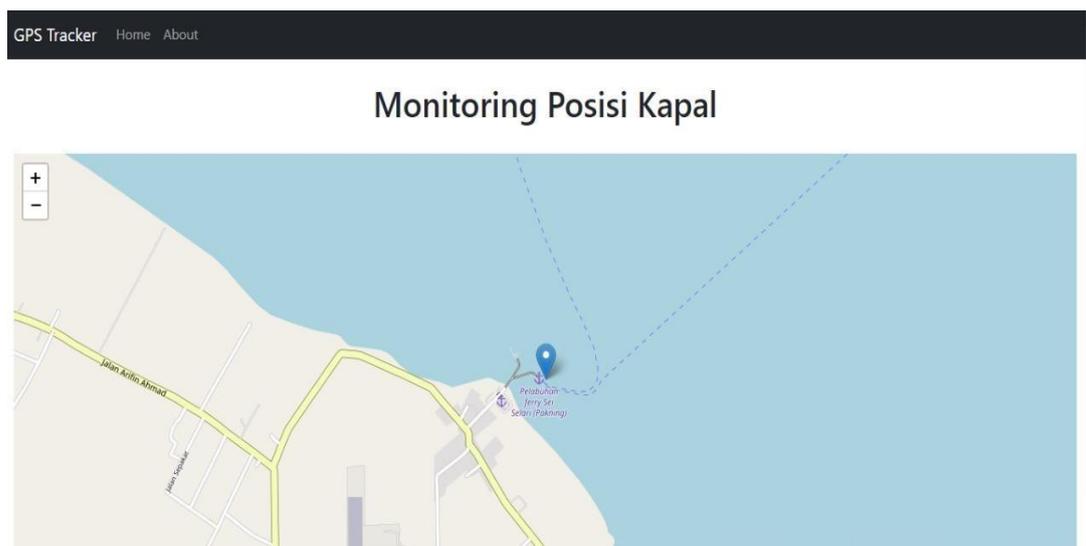
Bagian ini akan berisi hasil dari website yang sudah di selesaikan sesuai dengan desain yang telah dirancang sebelumnya. Adapun tampilannya adalah halaman peta dan halaman pelaporan peta. Penjelasan daripada tiap-tiap halaman yang disebutkan dapat diuraikan sebagai berikut:

- Halaman *home*. Halaman home merupakan halaman awal yang akan ditampilkan, dimana pada halaman ini pengguna nantinya dapat melihat *landing page* dari website.
- Tampilan home yang nantinya untuk menampilkan posisi kapal pada peta dengan penanda biru atau di sebut juga *marker* yang di baca langsung oleh alat esp32, sensor Gps dan di tampilkan halaman web.
- Halaman *about* peta ini adalah penjelasan singkat tentang sistem *tracking* atau *monitoring*.

Berikut merupakan hasil dari rancangan berdasarkan desain yang sudah dibuat pada tahapan sebelumnya.

Halaman Awal

Tampilan peta adalah halaman utama yang akan di tampilkan, dimana nantinya halaman ini akan menampilkan titik atau penanda kapal beranda. Dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 2. Halaman Awal

Potongan Kode

```
var map = L.map('map').setView([0, 0], 15);  
L.tileLayer('https://{s}.tile.openstreetmap.org/{z}/{x}/{y}.png', {
```

```

        attribution: '© OpenStreetMap contributors'
    }).addTo(map);
    function updateMarker(location) {
        var latLng = [parseFloat(location.field1),
        parseFloat(location.field2)];
        // Remove existing marker
        map.eachLayer(function (layer) {
            if (layer instanceof L.Marker) {
                map.removeLayer(layer);
            }
        });
    }
}

```

Halaman About

Halaman pelaporan ini merupakan halaman yang berisi tentang penjelasan tentang *GPS tracker*. Dapat di lihat pada gambar berikut.



Gambar 3. Halaman About

Kode Arduino

Kode arduino ini berfungsi untuk menangkap dan mengirimkan data dari sensor gps dan esp32 sebagai mikro kontrollernya.

```

// Kalman filter variables
double Q_angle = 0.001;
double Q_bias = 0.003;
double R_measure = 0.03;
double angle = 0;
double bias = 0;

double P[2][2] = {{0, 0}, {0, 0}};
clare a WiFi client WiFiClient client;

// Check if GPS data is not received after 5 seconds
(millis() > 5000 && gps.charsProcessed() < 10) {
    Serial.println(F("No GPS detected: check wiring."));
    while (true);
}

void displayInfo() {
    Serial.print(F("Location: "));
    if (gps.location.isValid()) {
        Serial.print("Lat: ");
        Serial.print(gps.location.lat(), 6);
        Serial.print(F(", "));
        Serial.print("Lng: ");
        Serial.print(gps.location.lng(), 6);
    }
}

```

```
Serial.println();
} else {
Serial.println(F("INVALID"));
}
}
void KalmanFilter() {
double gyro = gps.course.deg();
// Prediction phase angle += (gyro -
bias);
P[0][0] += Q_angle; P[0][1] -= Q_angle;
P[1][0] -= Q_angle;
P[1][1] += Q_bias;

// Measurement phase
double y = gps.course.deg() - angle; double S = P[0][0] + R_measure; double K[2]; //
Kalman gain
K[0] = P[0][0] / S;
K[1] = P[1][0] / S;
```

Potongan kode di atas menjelaskan tentang cara pengolahan data *kalman filter* dan pengiriman posisi berupa *latitude* dan *longitude* dan selanjutnya di kirimkan ke halaman web melalui Api ThingSpeak.

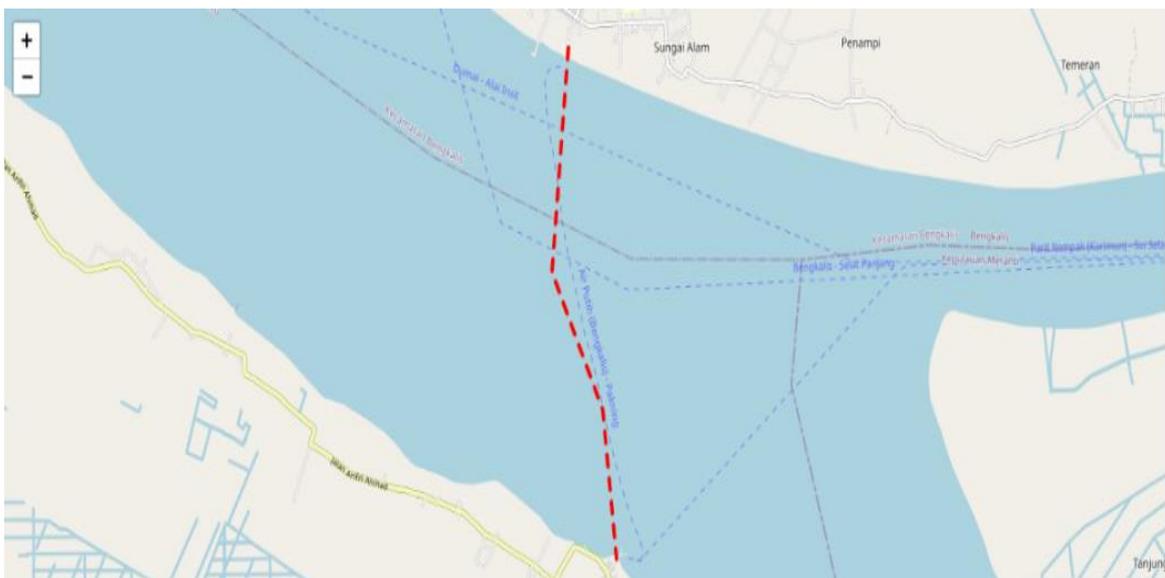
Perhitungan Kalman Filter

Kalman Filter dibagi menjadi dua proses, prediksi dan koreksi. Setiap proses prediksi dan koreksi tersebut terdapat beberapa langkah. Dimana dalam proses prediksi ada dua langkah, yaitu prediksi *state* dan prediksi *kovarian error*. Seperti pada Persamaan x_k adalah prediksi *state* dan P_k adalah prediksi *kovarian error*.

Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian ini di dapat lah grafik yang belum menggunakan *Kalman* dan yang sudah menggunakan *Kalman*.

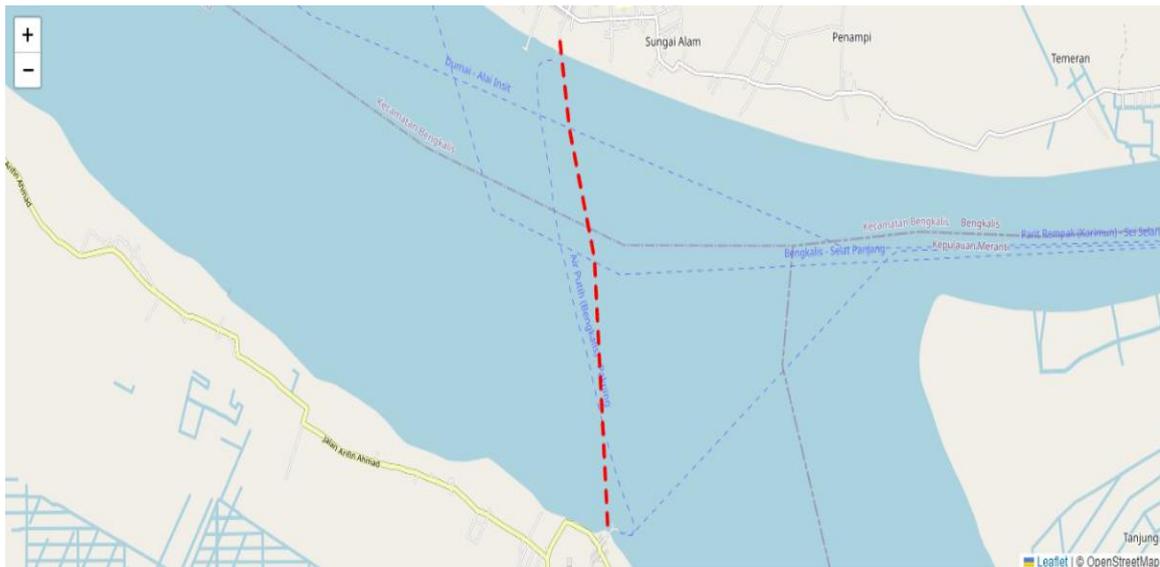
a. Pengujian Tanpa *Kalman Filter*



Gambar 4. Grafik tanpa *Kalman Filter*

Dari pengujian di atas masih banyak terdapat *noise* pada titik grafik dan perubahan titik yang kurang akurat.

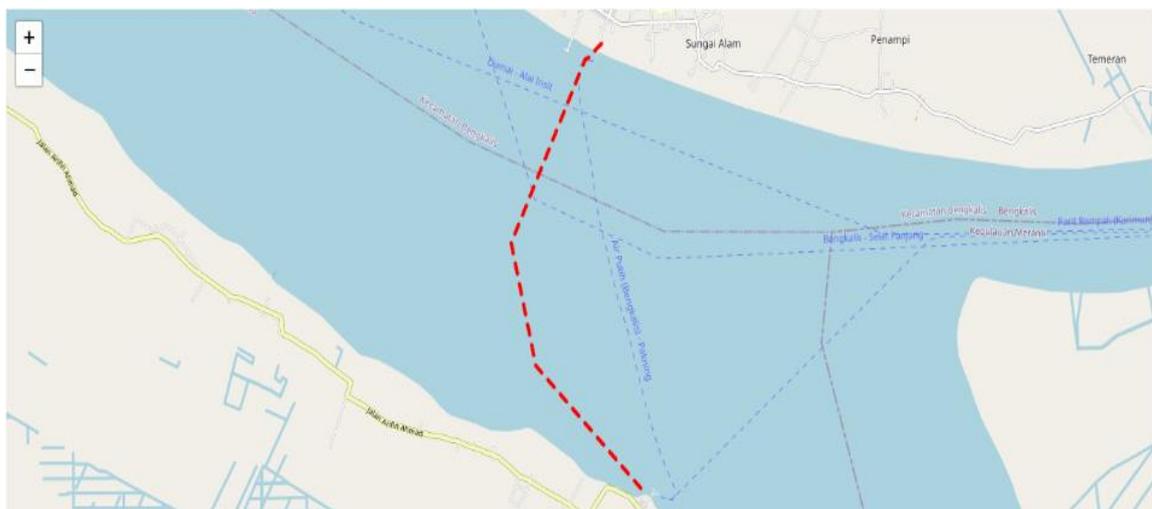
b. Pengujian dengan *Kalman Filter*



Gambar 5. Grafik Dengan Menerapkan *Kalman Filter*

Dengan adanya *kalman filter* hasil posisi dari pengujian di atas menjadi semakin akurat dan *noise* yang sebelumnya masih ada, dengan di terapkannya metode *Kalman Filter* ini maka hasilnya semakin bagus.

c. Pengujian dengan *Filter Eksponensial*



Gambar 6. Grafik Dengan Menerapkan Metode *Filter Eksponensial*

Dengan metode *Filter Eksponensial* hasil posisi dari pengujian di atas masih kurang akurat dan *noise*-nya masih terlihat jelas, dari metode ini dapat dilihat bahwa dengan *Kalman Filter* pengukuran posisi masih lebih akurat.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Adapun kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini yaitu pembangunan sistem monitoring posisi kapal dengan menerapkan metode *kalman filter* memberikan dukungan

signifikan bagi pengembang, hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi yang dikembangkan oleh penulis sudah dapat dioperasikan, dalam penelitian ini *kalman filter* sangat cocok untuk meningkatkan akurasi posisi GPS. Saran untuk sistem ini agar pengembangannya nanti dapat menambah fitur notifikasi keadaan kapal.

DAFTAR REFERENSI

- Bariah, S. H. & Putra, M. I., 2020. Penerapan Metode Waterfall Pada perancangan Sistem Informasi Pengolahan Data Nilai Siswa. *Jurnal petik*.
- Budiman, A. & Suryana, T., 2019. Sistem Monitoring Keamanan Pelayaran Nelayan Berbasis Internet Of Things. *Jurnal Teknik Informatika*.
- Desnanjaya, I. M., Nugraha, I. M. & Hadi, S., 2021. Sistem Pendeteksi Keberadaan Nelayan Menggunakan GPS Berbasis Arduino. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*.
- Dogruyol, R. B., Murdapa, F., & Rahmadi, E. (2021). KAJIAN PENGOLAHAN DATA GPS MENGGUNAKAN SOFTWARE ONLINE BERBASIS DIFFERENSIAL. *Journal of Geodesy and Geomatics*.
- Hasan, N. K., S. & Taufiqurrohman, M., 2021. Rancang Bangun Sistem Monitoring Posisi Dan Kecepatan Kapal Secara Online Dan Kecepatan Kapal Secara Online. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer Triac*.
- Imamshadiqin, & dkk. (2022). PELATIHAN PENGGUNAAN TEKNOLOGI GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS) SEBAGAI ALAT BANTU OPERASI PENANGKAPAN IKAN BAGI GENERASI MILLENNIAL ACEH. *Marine Kreatif*, 144-154.
- Khofifah, W., Rahayu, D. N. & Yusuf, A. M., 2022. Analisis Sentimen Menggunakan Naive Bayes Untuk Melihat Review Masyarakat Terhadap Tempat Wisata Pantai Di Kabupaten Karawang Pada Ulasan Google Maps. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*.
- Malah, I., Sumual, H., & Rianto, I. (2022). PERANCANGAN SISTEM ABSENSI, TRACKING GURU DAN SISWA DI SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN. *EduTIK: Jurnal Pendidikan Teknologi Informatika dan Komunikasi*, 159-171.
- Mulyanto, A., Romahdoni, M. R. & Ananda, R., 2022. Sistem Informasi Monitoring Kapal Nelayan Pada Satuan Kerja Pengawasan Sumber Daya Kelautan dan Perikanan. *Jurnal Software Engineering dan Teknologi*.
- Muzawi, R., T. & Nasution, M., 2019. Sistem Monitoring Ketersediaan Bahan Baku Cor Beton Menggunakan Metode Market Basket Analysis. *Jurnal Teknologi dan Informasi*.
- Purnaningrum, E., 2020. Pendekatan Metode Kalman Filter untuk Peramalan Pergerakan Indeks Harga Saham Terdampak Pandemi Coronavirus. *Jurnal Majalah Ekonomi*.

- Setiawan, R., Triharminto, H. H., & Fahrurozi, M. (2021). Gesture Control Menggunakan IMU MPU 6050 Metode Kalman Filter Sebagai Kendali Quadcopter. *Prosiding Seminar Nasional Sains Teknologi dan Inovasi Indonesia* (hal. 411-422). Yogyakarta: Akademi Angkatan Udara.
- Sudirman, 2019. Gps Kapal Ikan Berbasis Radio Menggunakan Arduino. *Jurnal Sains*, pp. 27-31.
- Tabrani, M. & Aghniya, I. . R., 2019. Implementasi Metode Waterfall Pada Program Simpan Pinjam Koperasi Subur Jaya Mandiri Subang. *Jurnal interkom*.
- Wahid, A. A., 2020. Analisis Metode Waterfall Untuk Pengembangan Sistem Informasi *Manajemen Informatika dan computer*.