

STUDI AWAL: ESTIMASI KETINGGIAN MUKA AIR LAUT BERDASARKAN DATA PERCEPATAN AKSELEROMETER

PRELIMINARY STUDY: ESTIMATION OF WATER LEVELS BASED ON ACCELEROMETER ACCELERATION DATA

Qur'aini Jannati Putri Azzahra¹, Rahmat Awaludin Salam², Casmika Saputra³

^{1,2,3} Universitas Telkom, Bandung

Qurainijannati@student.telkomuniversity.ac.id¹, awaludinsalam@telkomuniversity.ac.id²,
casmikasaputra@telkomuniversity.ac.id³

Abstrak

Tsunami terjadi karena adanya gempa bumi (tektonik maupun vulkanik) bawah laut yang membentuk gelombang dengan pergerakan acak dan kompleks sehingga tinggi serta periodenya sulit untuk diukur dan dirumuskan. Pada penelitian ini diusulkan untuk melakukan suatu proses penyerupaan dari pemantauan ketinggian muka air laut. Proses pengambilan data dilakukan sebanyak dua kali dengan pola gelombang *regular* dan *irregular*. Pengolahan data menggunakan aplikasi MATLAB, serta pengolahan video menggunakan aplikasi *Tracker*. Kedua pengolahan data tersebut untuk menghasilkan nilai ketinggian muka air dan kedua nilai tersebut akan dibandingkan. Di mana, dari masing-masing pola gelombang nilai ketinggiannya mendekati dengan kondisi *real* pengambilan data, yaitu sebesar 0.107 m untuk pola gelombang *regular* dan 0.087 m untuk pola gelombang *irregular*. Pola grafik yang disajikan hampir sama namun terdapat perbedaan *time frame* dan *delay* yang diakibatkan oleh proses perekaman video dan pengambilan data dimulai dengan tidak bersamaan, diperoleh selisih waktu sebesar 0.032 s. Simpulannya, penelitian ini mengestimasi nilai ketinggian yang memiliki tujuan sebagai pengukuran ketinggian muka air laut berdasarkan data percepatan akselerometer, serta menjadikan gambaran untuk kondisi *real* pengukuran ketinggian muka air laut. Sehingga, bisa mendapatkan data yang akurat dan dapat bermanfaat untuk sistem pemantauan perairan di Indonesia dengan proses yang sederhana.

Kata kunci: akselerometer, data percepatan, ketinggian muka air, regular, irregular

Abstract

Tsunamis occur due to earthquakes (tectonic or volcanic) under the sea that form waves with random and complex movements so that their height and period are difficult to measure and formulate. In this study, it is proposed to carry out a similar process of monitoring sea level. The data collection process was carried out twice with regular and irregular wave patterns. Data processing using MATLAB application, and video processing using Tracker application. Both of these data processing to produce the value of the water level and the two values will be compared. Where, from each wave pattern the height value is close to the real condition of data collection, which is 0.107 m for regular wave patterns and 0.087 m for irregular wave patterns. The graphic pattern presented is almost the same but there are differences in time frames and delays caused by the video recording process and data retrieval starting at the same time, the difference in time is 0.032 s. In conclusion, this study estimates the altitude value which has the purpose of measuring sea level height based on accelerometer acceleration data, as well as making an illustration for the real conditions of measuring sea level height. Thus, it is possible to obtain accurate and useful data for water monitoring systems in Indonesia with a simple process.

Keywords: accelerometer, acceleration data, water level, regular, irregular

1. Pendahuluan

Letak geografis Indonesia yang berada pada pertemuan tiga lempeng bumi, yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Indo-Australia, dan Lempeng Pasifik menyebabkan Indonesia menduduki peringkat kedua sebagai negara yang sering dilanda bencana tsunami [1]. Tsunami terjadi karena adanya gempa bumi (tektonik maupun vulkanik) bawah laut yang membentuk gelombang dengan pergerakan acak dan kompleks sehingga tinggi serta periodenya sulit untuk diukur dan dirumuskan

[2]. Sederhananya adalah gelombang tunggal yang bersuperposisi dengan gelombang lain yang sefrekuensi dan berbentuk sinusoidal [3].

Penelitian terkait pemantauan ketinggian gelombang sudah banyak dilakukan antara lain dengan menggunakan sensor ultrasonik dan juga sensor lidar, namun terdapat kekurangan yaitu keduanya membutuhkan kedudukan statis dan masih dalam bentuk *prototype* [4]. Penelitian tersebut dapat dikembangkan lebih baik lagi dengan sensor yang lebih fleksibel dengan tidak membutuhkan kedudukan statis sehingga sensor dapat bergerak bebas dan menghasilkan data yang lebih akurat [5].

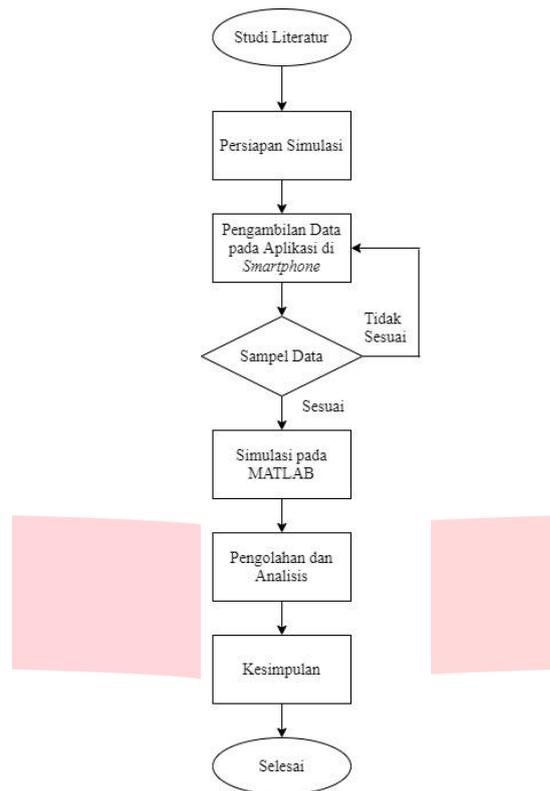
Pada penelitian ini diusulkan untuk melakukan suatu proses penyerupaan dari pemantauan ketinggian muka air laut. Penelitian ini menggunakan aplikasi *Tracker* pada proses pengolahan video untuk mendapatkan nilai ketinggian dengan mengasumsikan kondisi *real* dari perangkat berakselerometer dan akan dijadikan sebagai validator dari grafik ketinggian pada aplikasi MATLAB. Aplikasi *Tracker* memanfaatkan video pengambilan data dengan mengatur waktu dan jumlah *frame* yang diinginkan, serta memunculkan sumbu koordinat dan mengarahkan pada objek sebagai titik tumpu. Selanjutnya, mengatur kalibrasi stik dengan disesuaikan pada video pengambilan data dan memunculkan *point of mass* untuk melihat grafik dari pergerakan objek. Sedangkan aplikasi MATLAB digunakan untuk mengestimasi nilai ketinggian berdasarkan data percepatan akselerometer yang didapatkan. Proses tersebut memerlukan data percepatan dari sensor akselerometer yang berada pada *smartphone* lalu proses simulasi dilakukan dengan aplikasi MATLAB, serta akan dibandingkan dengan hasil dari aplikasi *Tracker*. Langkah pertama yang dilakukan adalah pengambilan data menggunakan *smartphone* pertama yang sudah terunduh aplikasi sensor *logger* dan *smartphone* kedua yang sudah tersedia fitur kamera untuk merekam proses pengambilan data. Proses pengambilan data dilakukan sebanyak dua kali, yaitu untuk pola gelombang *regular* dan *irregular*. Setelah menghasilkan data percepatan dan sebuah video saat pengambilan data dari masing-masing pola gelombang, maka pengolahan data dimulai. Data percepatan yang dihasilkan dari *smartphone* pertama diolah menggunakan aplikasi MATLAB, sedangkan video saat pengambilan data yang dihasilkan dari *smartphone* kedua diolah menggunakan aplikasi *Tracker*. Hasil dari pengolahan masing-masing aplikasi bernilai ketinggian muka air dan akan dibandingkan. Sehingga, mengetahui pengaruh data percepatan terhadap nilai ketinggian muka air dan dapat membandingkan hasil dari aplikasi *Tracker* dan MATLAB.

Maka, hasil dari penelitian ini didapatkan nilai ketinggian yang memiliki tujuan sebagai pengukuran ketinggian muka air berdasarkan data percepatan akselerometer, serta menjadikan gambaran untuk kondisi *real* pengukuran ketinggian muka air laut. Sehingga, bisa mendapatkan data yang akurat dan dapat bermanfaat untuk sistem pemantauan perairan di Indonesia dengan proses yang sederhana.

2. Metodologi dan Prosedur Penelitian

2.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa rangkaian proses yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.

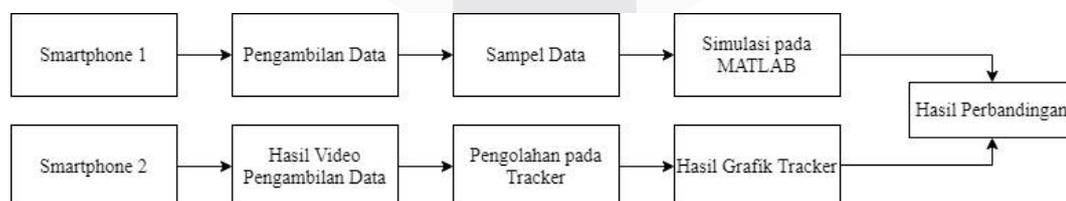


Gambar 2.1 Diagram Alir Penelitian

Proses pertama dalam melakukan penelitian adalah studi literatur, dengan mempelajari buku, jurnal publikasi nasional maupun internasional mengenai gelombang laut dan ketinggian muka air. Lalu, melakukan persiapan untuk simulasi dengan mengunduh aplikasi sensor *logger*, *Tracker* dan MATLAB. Setelah itu melakukan pengambilan data menggunakan aplikasi sensor *logger* pada *smartphone* pertama dan pengambilan video proses pengambilan data pada *smartphone* kedua. Sampel data pada *smartphone* pertama akan diolah menggunakan aplikasi MATLAB, serta sampel data pada *smartphone* kedua akan diolah pada aplikasi *Tracker*. Grafik hasil ketinggian pada aplikasi *Tracker* dan MATLAB akan dibandingkan dan dianalisis.

2.2 Prosedur Penelitian

Dalam proses simulasi ini terdapat beberapa tahapan, yaitu pengambilan data, pengolahan data, penampilan data, dan perbandingan hasil. Tahapan penelitian akan ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



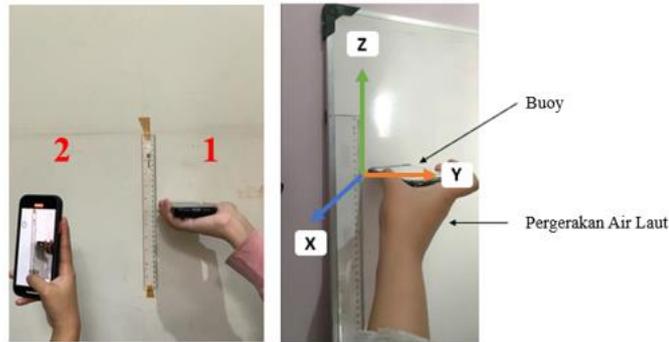
Gambar 2.2 Alur Pengerjaan Penelitian

2.2.1 Pengambilan Data melalui Smartphone

Pada penelitian ini diibaratkan berada di laut lepas dan *buoy* diasumsikan dengan menggunakan *smartphone*. Penggunaan *smartphone* dibutuhkan dua *device*, yaitu *smartphone* pertama digunakan sebagai pengambilan data percepatan akselerometer yang telah terunduh aplikasi sensor *logger*, sedangkan *smartphone* kedua digunakan sebagai merekam proses pengambilan data yang telah tersedia fitur kamera.

Saat pengambilan data dilakukan sebanyak dua kali untuk dua pola gelombang, yaitu *regular* dan *irregular*. Dalam pengambilan data batas pengukuran yang digunakan adalah 0.2 m. Proses pengambilan data pada *smartphone* pertama dengan menggerakkan secara naik-turun, sedangkan pada *smartphone* kedua diletakkan sejajar dengan penggerakan *smartphone* pertama untuk mendapatkan hasil analisis pergerakan video secara maksimal.

Hasil dari pengambilan data terbagi menjadi dua, yaitu *smartphone* pertama berupa sampel data sebanyak dua file Ms. Excel dengan pola gelombang *regular* dan *irregular*. Hasil data percepatan yang didapatkan dari aplikasi sensor *logger* pada *smartphone* pertama ini menghasilkan data percepatan pada sumbu x, y, dan z. Namun pada penelitian ini data yang digunakan adalah hanya data percepatan pada sumbu z, karena untuk mendapatkan nilai ketinggian hanya diperlukan nilai percepatan vertikal. Serta, *smartphone* kedua berupa hasil rekaman sebanyak dua video yang terdiri dari pola gelombang *regular* dan *irregular*.



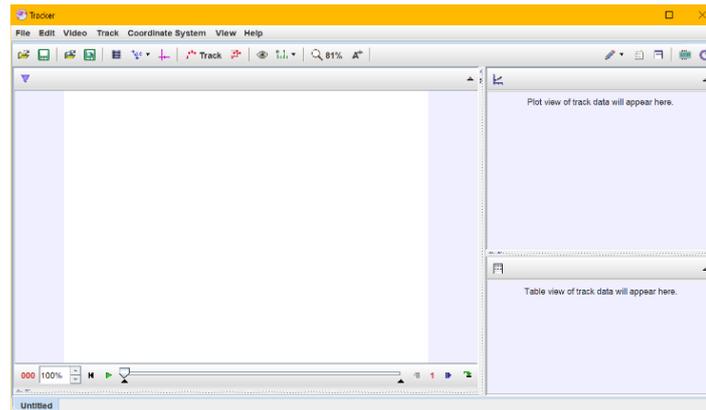
Gambar 2.3 Dokumentasi Pengambilan Data

Berdasarkan gambar 2.3 dijelaskan bahwa proses pengambilan data menggunakan dua *smartphone*. *Smartphone* pertama digunakan untuk pengambilan data bahwa angka 1 diasumsikan sebagai *buoy* dan angka 2 diasumsikan sebagai pergerakan air laut.

2.2.2 Pengolahan Data pada *Tracker*

Tahapan selanjutnya setelah pengambilan data adalah pengolahan data. Pengolahan data dilakukan pada aplikasi *Tracker*. Hasil pengolahan data pada aplikasi *Tracker* sebagai pembandingan hasil grafik keluaran dari aplikasi MATLAB nantinya. Berikut adalah langkah-langkah pengolahan data dalam aplikasi *Tracker*.

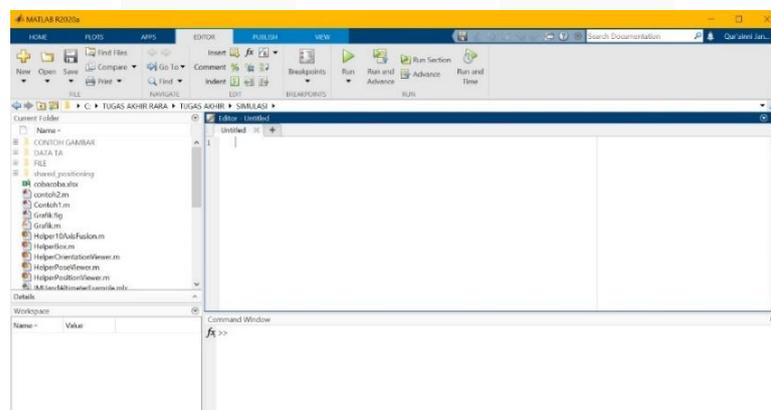
Untuk mendapatkan hasil ketinggian dari hasil analisis pergerakan dibutuhkan video saat pengambilan data. Setelah video tersedia, video pengambilan data di *drag* kedalam aplikasi *Tracker* untuk dapat mengatur waktu dan jumlah *frame* yang diinginkan. Setelah waktu dan *frame* sudah diatur sesuai dengan yang diinginkan, maka memunculkan sumbu koordinat dan arahkan pada objek (*smartphone* untuk pengambilan data) sebagai titik tumpu. Lalu, atur kalibrasi stik sesuai saat pengambilan data serta memunculkan *point of mass* untuk melihat grafik. Sehingga, didapatkannya grafik dari pergerakan objek.

Gambar 2.4 Tampilan Awal Aplikasi *Tracker*

2.2.3 Pengolahan Data pada MATLAB

Dalam tahap ini akan dilakukan proses pengolahan data yang telah dihasilkan dari pengambilan data. Berikut adalah langkah-langkah dalam pengolahan data pada aplikasi MATLAB.

Pertama-tama adalah sudah terunduhnya aplikasi MATLAB pada laptop agar dapat melakukan proses pengolahan data. Lalu, membuka aplikasi MATLAB serta menggunakan data percepatan akselerometer pada sumbu z yang sudah didapat dari pengambilan data dalam bentuk file Ms.Excel sebagai data awalan pengolahan. Selanjutnya, melakukan pemrograman dengan menggunakan metode integrasi *trapezoid* sebanyak dua kali untuk mendapatkan nilai ketinggian muka air laut. Setelah itu, melakukan *plot* sehingga menghasilkan grafik ketinggian muka air laut. Grafik hasil keluaran yang telah didapat ini yang nantinya akan dibandingkan dengan hasil grafik keluaran aplikasi *Tracker*.



Gambar 2.5 Tampilan Awal Aplikasi MATLAB

2.2.4 Perbandingan Hasil

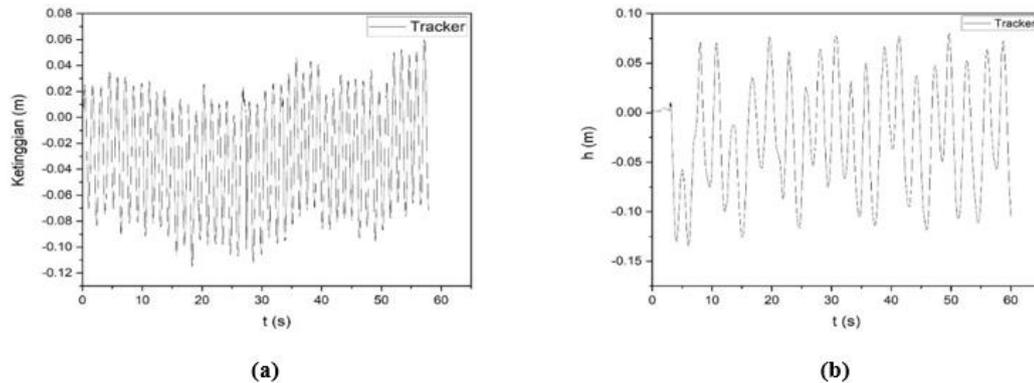
Setelah semua tahapan penelitian selesai dilakukan, sampai pada tahap perbandingan hasil, yaitu membandingkan hasil grafik ketinggian dengan pola gelombang *regular* dan *irregular* dari aplikasi *Tracker* dengan MATLAB.

3. Pembahasan

3.1. Hasil Aplikasi *Tracker*

Pada penelitian ini pengujian ketinggian muka air gelombang menggunakan aplikasi *Tracker* bertujuan sebagai data pembanding dari hasil simulasi menggunakan MATLAB. Pengujian simulasi ini menggunakan dua pola gelombang, yaitu *regular* dan *irregular*. Skala yang digunakan untuk pengambilan data yaitu -0.1 m sampai 0.1 m dan pengujian dilakukan selama 60 detik. Pengujian dengan menggerakkan naik-turun *smartphone* pertama bersamaan dengan *smartphone* kedua untuk

merekam proses pengambilan data. Pola gelombang *regular* menghasilkan data sebanyak 1738 data, sedangkan pola gelombang *irregular* menghasilkan data sebanyak 1800 data.



Gambar 3.1 Grafik Hasil Ketinggian (a) *Regular*; (b) *Irregular*

Berdasarkan gambar 3.1 (a) grafik yang didapat sudah berpola sinusoidal namun terdapat anomali diantara detik 25 sampai 30. Anomali tersebut terjadi karena pada saat video dianalisis objek yang bergerak tidak terdeteksi, maka terdapat kekosongan diantara detik 25 sampai 30. Grafik ketinggian tersebut selanjutnya akan dibandingkan dengan hasil simulasi pada MATLAB.

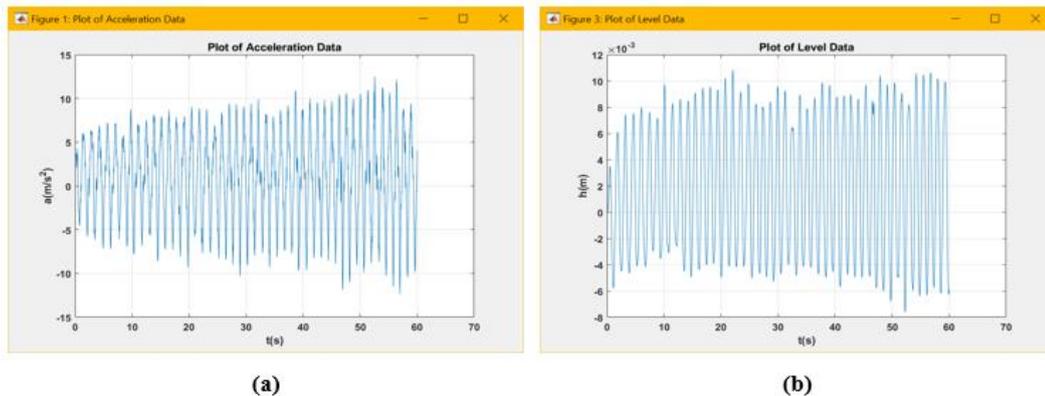
Berdasarkan gambar 3.1 (b) grafik yang didapat sudah berpola gelombang *irregular*, yaitu gelombang acak yang terdiri dari beberapa gelombang *regular*. Namun pada pergerakan awal grafik terdapat kesalahan, yaitu pergerakan pada saat pengambilan data sehingga menyebabkan pola dari grafik berbentuk seperti gambar diatas. Pada grafik diatas juga akan menjadi pembandingan pada hasil simulasi pada MATLAB.

3.2 Hasil Pengolahan pada MATLAB

Pada penelitian ini pengujian ketinggian muka air gelombang menggunakan aplikasi MATLAB yang bertujuan untuk dibandingkan dengan hasil aplikasi *Tracker*. Pengujian penelitian ini menggunakan dua pola gelombang, yaitu *regular* dan *irregular*. Skala yang digunakan untuk pengambilan data yaitu -0.1 m sampai 0.1 m.

3.2.1 Hasil Pengolahan Pola Gelombang *Regular*

Nilai percepatan yang didapat dari hasil pengambilan data pada penelitian ini merupakan nilai awalan untuk pengolahan data yang selanjutnya akan dijadikan nilai ketinggian. Nilai percepatan ini didapatkan dari aplikasi sensor *logger* pada *smartphone* yang menghasilkan data percepatan pada sumbu x, y, dan z. Namun pada penelitian ini data yang digunakan adalah data percepatan pada sumbu z, karena untuk mendapatkan nilai ketinggian hanya diperlukan nilai percepatan vertikal. Pengujian dilakukan selama 60 detik dengan total data percepatan sebanyak 6002 data dengan batas pengukuran diketinggian 0.2 m. Sedangkan untuk mendapatkan nilai ketinggian dengan mengintegrasikan nilai percepatan sebanyak dua kali.

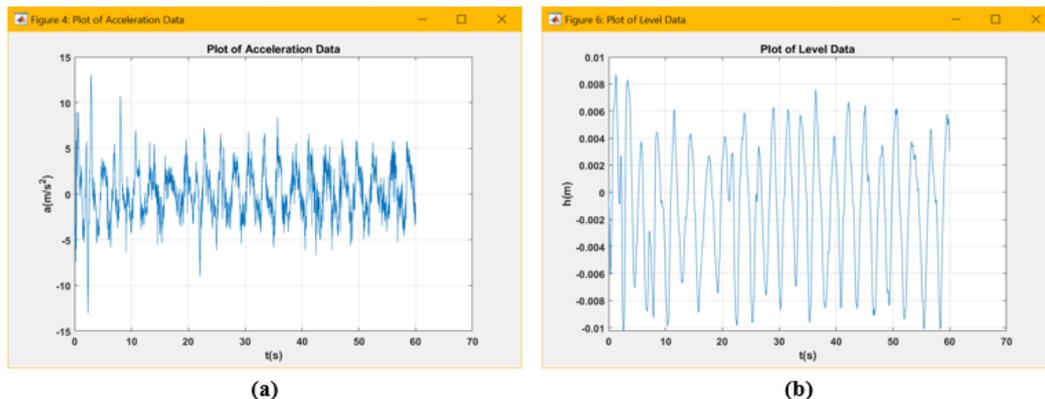


Gambar 3.2 (a) Grafik Percepatan; (b) Grafik Ketinggian

Berdasarkan gambar 3.2 didapatkan grafik berpola sinusoidal, namun pada grafik percepatan terdapat adanya *noise*, karena kesalahan manusia berupa gerakan-gerakan yang tidak seharusnya. Sehingga, pada grafik ketinggian menghasilkan nilai titik awal data z tidak berada pada titik *offset*-nya, maka dibutuhkannya nilai normalisasi ke titik *offset*. Untuk mencapai titik *offset*-nya diperlukan nilai normalisasi dengan menambahkan data sumbu z -nya. Pada nilai ketinggian ini, nilai normalisasinya sebesar $-1,015$. Berdasarkan grafik tersebut didapat nilai ketinggian muka air tertinggi pada interval waktu 20 – 30 detik dengan ketinggian 0.107 m.

3.2.2 Hasil Pengolahan Pola Gelombang *Irregular*

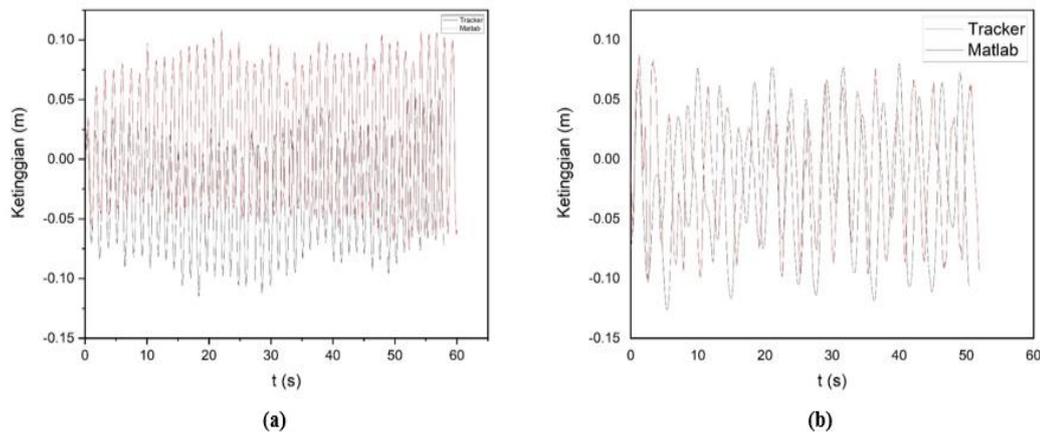
Nilai percepatan yang dihasilkan dari pengambilan pada penelitian ini sama halnya dengan pola gelombang *regular* yaitu nilai awalan untuk pengolahan data, selanjutnya akan dijadikan nilai ketinggian. Nilai percepatan ini didapatkan dari aplikasi sensor *logger* pada *smartphone* yang menghasilkan data percepatan pada sumbu x , y , dan z . Namun pada penelitian ini data yang digunakan adalah data percepatan pada sumbu z , karena untuk mendapatkan nilai ketinggian hanya diperlukan nilai percepatan vertikal. Pengujian dilakukan selama 60 detik dengan total data percepatan sebanyak 5970 data dengan batas pengukuran diketinggian 0.2 m. Sedangkan untuk mendapatkan nilai ketinggian dengan mengintegrasikan nilai percepatan sebanyak dua kali.



Gambar 3.3 (a) Grafik Percepatan; (b) Grafik Ketinggian

Berdasarkan gambar 3.3 didapatkan grafik berpola *irregular*. Namun, dari grafik ketinggian tersebut nilai titik awal data z tidak berada pada titik *offset*-nya sehingga dibutuhkannya nilai normalisasi ke titik *offset*. Untuk mencapai titik *offset*-nya diperlukan nilai normalisasi dengan menambahkan data sumbu z -nya. Pada nilai ketinggian ini, nilai normalisasinya sebesar $-0,1815$. Berdasarkan grafik ketinggian diatas didapatkan nilai ketinggian muka air tertinggi pada interval waktu 0 – 10 detik dengan ketinggian 0.087 m.

3.3 Perbandingan Hasil Ketinggian Aplikasi *Tracker* dan MATLAB



Gambar 3.4 Perbandingan Hasil Ketinggian Aplikasi *Tracker* dan *MATLAB* (a) Pola Gelombang *Regular*; (b) Pola Gelombang *Irregular*

Berdasarkan gambar 3.4 pola grafik yang disajikan pada aplikasi *Tracker* dan *MATLAB* hampir sama, hanya saja terdapat *delay* sehingga memiliki selisih waktu sebesar 0.032 s. Hal ini disebabkan oleh perekaman video dan pengambilan data tidak bersamaan dan terdapat perbedaan *time frame* dari masing-masing aplikasi.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, maka diperoleh beberapa simpulan sebagai berikut:

1. Data percepatan akselerometer dapat mengestimasi nilai ketinggian muka air dengan mengintegrasikan data percepatan akselerometer secara numerik sebanyak dua kali menggunakan metode integrasi *trapezoid*. Dengan nilai ketinggian maksimum pada pola gelombang *regular* sebesar 0.107 m. Sedangkan pada pola gelombang *irregular* sebesar 0.087 m.
2. Terdapat *delay* pada hasil perbandingan grafik ketinggian aplikasi *Tracker* dan *MATLAB*, sehingga menghasilkan selisih waktu sebesar 0.032 s dengan pola gelombang hampir serupa.

Referensi:

- [1] Rudiarto, "Pemodelan Tsunami dan Implikasinya terhadap Mitigasi Bencana di Kota Palu," p. 10, 2013.
- [2] J. K. D. A, "Rancang Bangun, Uji Coba dan Analisis Hasil Pengukuran Instrumen Pengukur Tinggi Gelombang Permukaan Laut," p. 6, 2014.
- [3] S. O. S, "Rancang Bangun Alat Pengukur Gelombang Permukaan Laut Presisi Tinggi (A Prototype Design)," p. 12, 2018.
- [4] Wiendartun, "BAB - 12 Gelombang," [Daring]. Tersedia: http://file.upi.edu/Direktori/FPMIPA/JUR._PEND._FISIKA/195708071982112-WIENDARTUN/Makalah-1.pdf. [Diakses pada 20 10 2020].
- [5] Kemdikbud, "Gelombang Linier," [Daring]. Tersedia: https://lmsspada.kemdikbud.go.id/pluginfile.php/52190/mod_resource/content/1/Bab%200II%20gelombang%20linier.pdf. [Diakses pada 20 10 2020].
- [6] P. Ibeng, "Gelombang Laut : Pengertian, Teori, Manfaat, Penyebab, Klasifikasi," pendidikan.co.id, 2018. [Daring]. Tersedia: <https://pendidikan.co.id/gelombang-laut-pengertian-teori-penyebab-klasifikasi/>. [Diakses pada 20 10 2020].
- [7] S. W. A, "Perancangan Sistem Prediktor Ketinggian Gelombang Berbasis Thiessen Polygon dan Jaringan Saraf Tiruan di Perairan Dangkal Jawa Timur," pp. 1-125, 2017.
- [8] UII, "BAB 33," 01 10 2018. [Daring]. Tersedia: <https://dspace.uii.ac.id/bitstream/handle/123456789/11018/05.3%20bab%203.pdf?sequence=8&isAllowed=y>. [Diakses pada 30 06 2021].
- [9] A. Hajis, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Navigasi Quadcopter," p. 39, 2017.

- [10] W. I. S. Vidi Rahman Alma, "Aplikasi Sensor Accelerometer pada Deteksi Posisi," p. 10, 2011.
- [11] M. Rosidi, "Diferensiasi dan Integrasi Numerik," 02 06 2010. [Daring]. Tersedia: https://bookdown.org/moh_rosidi2610/Metode_Numerik/diffinteg.html#finitediff. [Diakses pada 30 06 2021].
- [12] M. Zakariah, "Dasar-Dasar Operasi MATLAB," [Daring]. Tersedia: <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/pendidikan/masduki-zakariah-mt/bab-i.pdf>. [Diakses pada 20 10 2020].

