

Prototipe Alat Pendeteksi Bentuk Kontur Tanah Di Bawah Air Berbasis Sensor Ultrasonik

Bakti Viyata Sundawa¹, Ida Susanti²

^{1,2}Politeknik Negeri Medan

Jalan Almamater No.1 Kampus USU Medan, Indonesia

e-mail: baktisundawa@polmed.ac.id¹, idasusanti@polmed.ac.id²

Abstrak— Sungai telah menjadi bagian yang penting bagi masyarakat di Indonesia. Namun kondisi sungai pada saat ini banyak yang tercemar dan mengalami pendangkalan. Pendangkalan diakibatkan oleh sedimentasi. Pertambahan sedimentasi dapat dilihat dari perubahan bentuk kontur tanah dan peningkatan volume tanah didalam air. Perubahan bentuk kontur tanah dapat dideteksi dengan menggunakan sensor ultrasonik. Sensor ultrasonik dapat mendeteksi keberadaan benda/objek didalam air. Pada prinsipnya, sensor ultrasonik bekerja menggunakan pantulan gelombang dari suatu benda/objek didepannya. Dalam hal ini, sensor ultrasonik ditempatkan sedikit masuk kedalam air dan lapisan tanah didalam air dapat dideteksi sebagai suatu benda/objek. Parameter yang akan diukur yaitu jarak deteksi yang dilakukan secara horizontal dan vertikal. Data hasil pengukuran seluruhnya akan ditabulasi dan dibuat dalam bentuk grafik 3D menggunakan matlab sehingga akan terbentuk seperti bentuk kontur tanah yang mendekati bentuk kontur tanah sebenarnya.

Kata kunci : Sensor Ultrasonik, Mikrokontroler ESP32, Kontur Tanah

Abstract— River has become an important part of people in Indonesia. However, the current condition of the river is polluted and experiencing siltation. Siltation is caused by sedimentation. The increase in sedimentation can be seen from changes in the shape of the soil contour and an increase in the volume of soil in the water. Changes in the shape of the soil contour can be detected using an ultrasonic sensor. Ultrasonic sensors can detect the presence of objects in the water. In principle, ultrasonic sensors work using reflected waves from an object in front of it. In this case, the ultrasonic sensor is placed slightly into the water and the soil layer in the water can be detected as an object. The parameter to be measured is the detection distance which is carried out horizontally and vertically. All measurement data will be tabulated and made in the form of 3D graphics using Matlab so that it will be formed like the shape of the contour of the land that is close to the shape of the actual contour of the land.

Keywords : Ultrasonic Sensor, Microcontroller ESP32, Soil Contour

I. PENDAHULUAN

Sungai telah menjadi bagian yang penting bagi masyarakat khususnya di kota Medan, Sumatera Utara. Terdapat 4 sungai besar yang membelah Kota Medan yaitu Sungai Denai, Sungai Deli, Sungai Babura dan Sungai Belawan. Namun kondisinya saat ini sudah semakin tercemar dan mengalami pendangkalan. Pencemaran sungai diakibatkan oleh limbah domestik masyarakat yang menetap di sekitar aliran sungai dan kurangnya kesadaran akan pentingnya sanitasi [1]. Pendangkalan sungai diakibatkan oleh sedimentasi dan pemanfaatan bantaran sungai yang kurang tepat [2]. Hal ini sering dituding menjadi penyebab banjir karena sungai sudah tidak lagi mampu menampung debit air pada saat hujan deras.

Penelitian terkait sedimentasi di sungai telah dilakukan, yaitu studi karakteristik sedimen dan laju sedimentasi Sungai Daeng. Sedimentasi diakibatkan oleh erosi lahan [3]. Sedimentasi diakibatkan oleh perubahan kecepatan pasang surut di muara sungai [4].

Pentingnya dilakukan pemantauan terhadap sedimentasi sebagai langkah awal pengendalian dan pencegahan bertambahnya volume sedimen. Penelitian terkait hal ini telah dilakukan yaitu

pemantauan sedimentasi menggunakan data batimetri high frequency [5]. Hasil penelitian ini adalah terjadi pertambahan ketebalan sedimen di Perairan Sayung Jawa Tengah sebesar 0,32 meter selama kurun waktu 2016 sampai dengan 2018. Pertambahan sedimentasi dapat dilihat dari perubahan bentuk kontur tanah dan peningkatan volume tanah didalam air. Perubahan bentuk kontur tanah dapat dideteksi dengan menggunakan sensor ultrasonik. Sensor ultrasonik dapat mendeteksi keberadaan benda/objek didalam air. Pada prinsipnya, sensor ultrasonik bekerja menggunakan pantulan gelombang dari suatu benda/objek didepannya. Dalam hal ini, sensor ultrasonik ditempatkan agak masuk kedalam air dan lapisan tanah didalam air dapat dideteksi sebagai suatu benda/objek. Penelitian terkait pemetaan bentuk kontur tanah telah dilakukan, yaitu prototipe alat pemetaan dasar sungai menggunakan sensor ultrasonik berbasis mikrokontroler ATmega328P [6]. Prototipe alat ini menghasilkan pembacaan jarak deteksi dari sensor ultrasonik dengan persentasi error $\leq 6\%$ sehingga data yang diambil dan diilustrasikan ke bentuk kontur tanah mendekati bentuk kontur tanah yang sebenarnya.

Prototipe alat pemetaan dasar sungai menggunakan sensor ultrasonik akan dikembangkan pada penelitian ini. Pada penelitian ini, mikrokontroler yang akan digunakan adalah ESP32. Chip ini mempunyai spesifikasi sebagai perangkat *Internet of Things* (IoT). Chip ini telah mendukung untuk koneksi *wi-fi* dan *bluetooth* sehingga hasil pengukuran jarak deteksi objek dari sensor ultrasonik dapat dibaca dari jarak yang jauh dengan menggunakan laptop. Diharapkan penelitian ini dapat mendesain prototipe alat pendeteksi bentuk kontur tanah di bawah air yang dapat memberikan presisi pengukuran yang tinggi. Data perubahan jarak deteksi selanjutnya akan ditabulasi dalam bentuk grafik 3D menggunakan matlab sehingga dapat membentuk suatu kontur yang hampir sama dengan bentuk kontur tanah yang sebenarnya.

II. STUDI PUSTAKA

A. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik adalah jenis sensor yang menggunakan pantulan gelombang suara. Fungsi dari sensor ini adalah untuk mendeteksi sesuatu atau benda yang ada di depannya. Gelombang ultrasonik dapat merambat melalui media padat, cair dan gas. Sensor tipe ini bisa berfungsi sebagai pengirim, penerima dan pengontrol gelombang. Gambar 1 merupakan tampilan dari sensor ultrasonik HC-SR04.

Sensor ultrasonik HC-SR04 bekerja di frekuensi 40.000 Hz. Jika ada suatu benda/objek dalam jangkauan gelombang tersebut maka gelombang ultrasonik akan memantulkan kembali. Hal tersebut menandakan bahwa ada benda/objek disekitarnya. Gelombang yang diterima oleh penerima tersebut akan membuat diafragma bergetar sehingga dengan efek piezoelectric menghasilkan sebuah frekuensi yang sama. Gambar 2 merupakan prinsip kerja dari sensor ultrasonik HC-SR04.

Dengan prinsip tersebut, besaran waktu yang dibutuhkan adalah dua kali jarak deteksi sensor terhadap benda/objek. Jarak deteksi sensor dapat dihitung dengan persamaan 1 berikut ini:

$$S=(v \cdot t)/2 \dots \dots \dots (1)$$

Sebagai keterangan:

S = jarak (cm)

v = kecepatan suara (344 m/s)

t = pulsa echo (μ s)

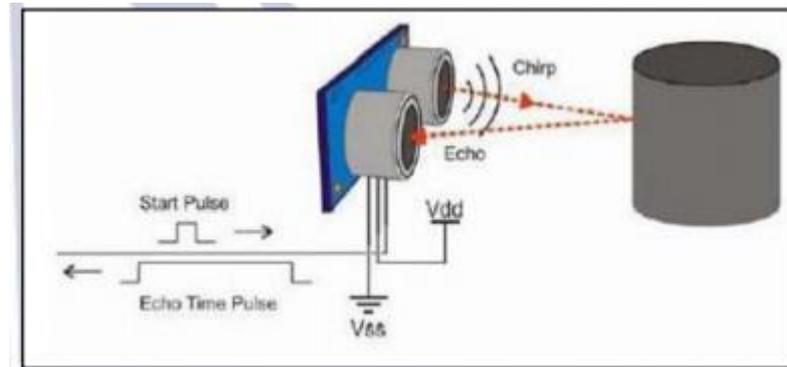
Untuk menentukan besar presisi dari sensor HC-SR04 dapat dihitung melalui persamaan 2 berikut ini:

$$\text{Presisi}=100\%-\text{error presisi (e)} \dots \dots \dots (2)$$

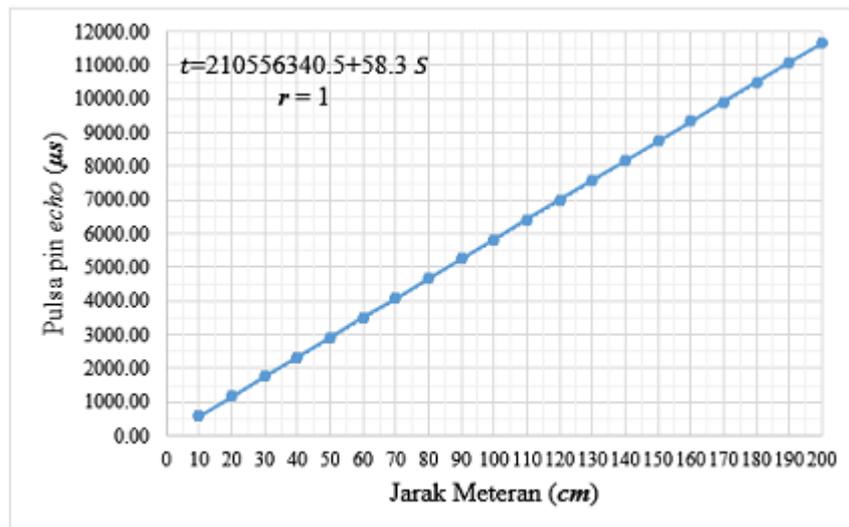
Error presisi (e) adalah suatu kegagalan sensor dalam menampilkan nilai pengukuran jarak yang sama pada kondisi yang sama. Berdasarkan penelitian, persentasi presisi dari sensor HC-SR04 adalah 99.47% [7]. Nilai presisi tersebut menunjukkan bahwa sensor ultrasonik tipe HC-SR04 mampu memberikan hasil pengukuran jarak yang hampir sama pada saat pendeteksian objek. Berikut ini merupakan grafik sensitivitas/presisi dari sensor HC-SR04 seperti yang terlihat pada Gambar 3.



Gambar 1. Bentuk Tampilan dari Depan dan Belakang Sensor Ultrasonik HC-SR04 [7]



Gambar 2. Prinsip Kerja Sensor HC-SR04 [8]



Gambar 3. Grafik Sensitivitas Sensor Ultrasonik Tipe HC-SR04 [7]

B. Mikrokontroler ESP32

Mikrokontroler adalah mikrokomputer yang dikemas dalam bentuk chip. Pada pengoperasiannya, mikrokontroler memerlukan kode-kode program yang ditanam didalamnya. Mikrokontroler ESP32 merupakan generasi penerus dari mikrokontroler ESP8266 yang diproduksi oleh espressif system.

Pada perancangan sistem kontrol/pengendali, akan lebih mudah dan efisien jika menggunakan mikrokontroler ESP32 [9]. Mikrokontroler ESP32 telah mendukung koneksi *wi-fi* yang cepat, *bluetooth*, pin input output yang lebih banyak dibandingkan dengan mikrokontroler ESP8266 dan hemat daya [10]. Maka pada penelitian ini akan digunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pengendali utama rangkaian sensor ultrasonik. Selain itu, mikrokontroler ESP32 banyak digunakan untuk koneksi *Internet of Things* [11]. Gambar 4 merupakan tampilan mikrokontroler ESP32.



Gambar 4. Mikrokontroler ESP32

Tabel 1. Data Spesifikasi Mikrokontroler ESP32

| No | Atribut | Keterangan |
|----|---------------------|----------------------------|
| 1 | Tegangan | 3,3 V |
| 2 | Processor | Tensilica L108 32 bit |
| 3 | Kecepatan Processor | 160 MHz |
| 4 | RAM | 520 K |
| 5 | GPIO | 34 |
| 6 | ADC | 7 |
| 7 | 802.11 support | 11 b/g/n/e/i |
| 8 | Bluetooth | BLE (Bluetooth Low Energy) |
| 9 | SPI | 3 |
| 10 | I2C | 2 |
| 11 | UART | 3 |

III. METODE

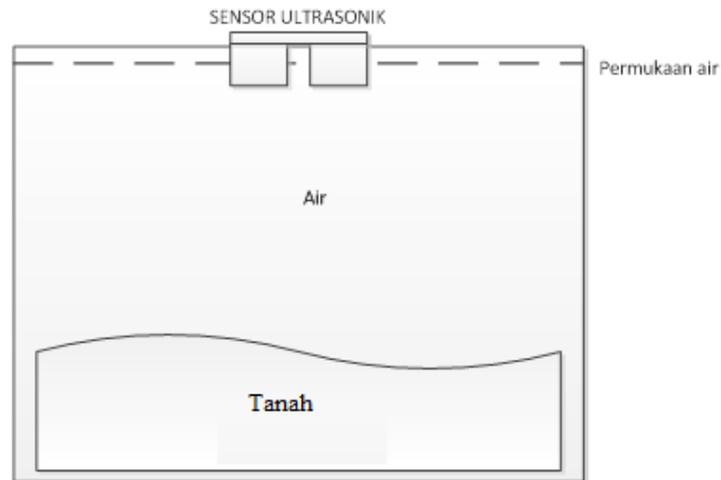
A. Parameter Pengukuran

a. Jarak Deteksi

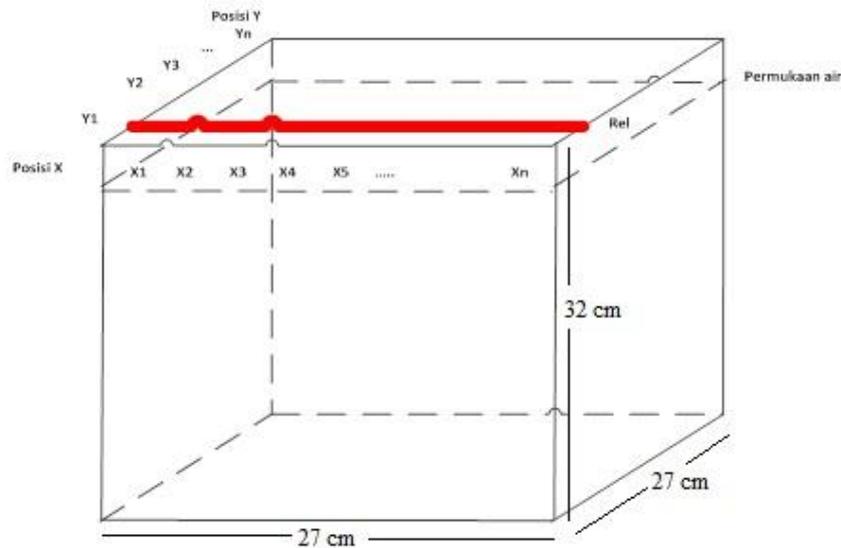
Pada percobaan pertama ini, kondisi pengukuran yang dilakukan adalah menempatkan sensor ultrasonik agak sedikit masuk kedalam air dalam akuarium kecil berdimensi 32 cm x 27 cm x 27 cm. Objek/benda yang akan dideteksi berupa tumpukan tanah yang berbentuk bergelombang seperti terlihat pada Gambar 5. Sensor ultrasonik akan digeser secara horizontal dan vertikal. Skema cara pengukuran dapat dilihat pada Gambar 6.

b. Pembacaan Data Jarak

Pada percobaan kedua ini, pembacaan data jarak deteksi objek menggunakan laptop dengan memanfaatkan sinyal wi-fi. Setiap pergeseran sensor ultrasonik akan memberikan perubahan data jarak deteksi sesuai dengan bentuk kontur permukaan tanah. Perubahan data pengukuran akan di-record dan selanjutnya akan ditabulasi serta dibuat dalam bentuk grafik 3D.



Gambar 5. Ilustrasi proses Pengukuran pada Penelitian



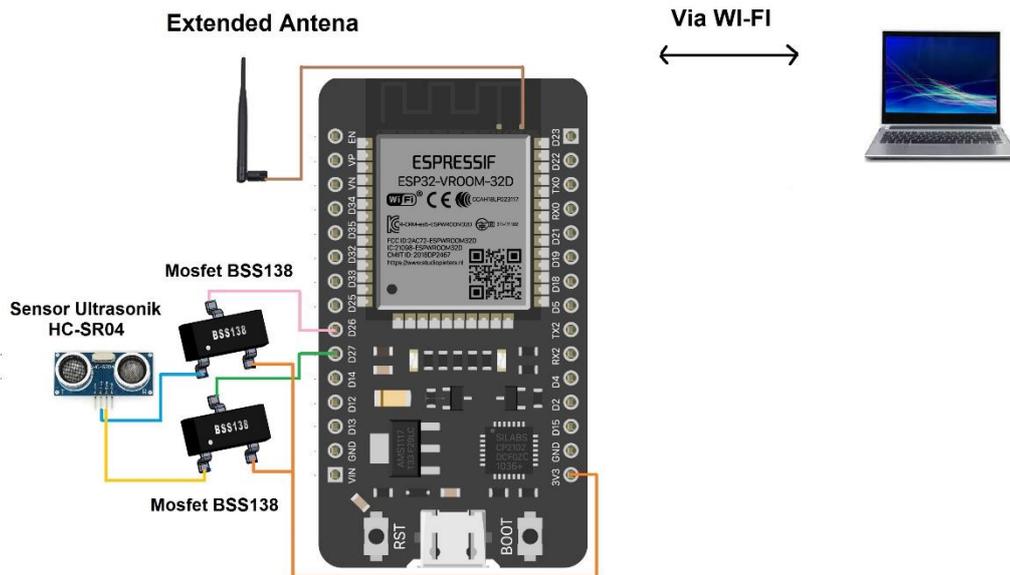
Gambar 6. Posisi Sensor secara Horizontal dan Vertikal

B. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian digambarkan dalam bentuk blok diagram seperti pada Gambar 7. Terdapat 3 blok utama yaitu blok sensor, blok rangkaian regulator dan blok mikrokontroler. Pada rancangan ini, dibutuhkan rangkaian regulator untuk step down dari 5 Volt ke 3,3 Volt karena sumberdaya untuk mikrokontroler ESP32 adalah 3,3 Volt. Selanjutnya pengukuran data jarak deteksi objek dapat dilihat dan dipantau melalui laptop via jaringan *wi-fi*.



Gambar 7. Blok Diagram Penelitian



Gambar 8. Rancangan Skema Rangkaian

Penelitian ini didesain untuk mampu mendapatkan data/informasi bentuk kontur tanah di bawah air. Pada proses pengukurannya, sensor ultrasonik ditempatkan agak sedikit masuk kedalam air. Hal ini dilakukan supaya sensor ultrasonik mendeteksi objek/benda didalam air dan bukan mendeteksi permukaan air. Selain itu, tujuannya juga adalah agar gelombang ultrasonik merambat melalui media air.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap awal pengujian sensor dilakukan dengan menempatkan sensor pada wadah/akuarium kecil dengan posisi sedikit diatas air dengan ketinggian 32 cm seperti yang terlihat pada Gambar 5, hal ini dilakukan sebagai langkah pengambilan data awal yang berguna untuk mengetahui karakteristik sensor dalam mengukur jarak deteksi. Pada proses ini sensor ultrasonik mendeteksi dasar akuarium yang terdapat tumpukan tanah. Data hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Jarak Deteksi

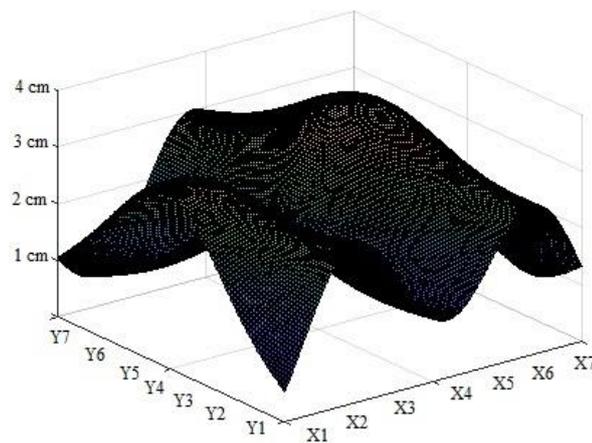
| Tinggi akuarium (cm) | Posisi deteksi sensor vertikal (Y) | Posisi deteksi sensor horizontal (X) | | | | | | |
|-----------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | X ₁ | X ₂ | X ₃ | X ₄ | X ₅ | X ₆ | X ₇ |
| Hasil pengukuran jarak (cm) | | | | | | | | |
| 32,00 | Y ₁ | 31,44 | 29,95 | 30,68 | 30,85 | 30,59 | 29,46 | 30,36 |
| 32,00 | Y ₂ | 31,38 | 29,44 | 29,25 | 30,68 | 30,78 | 29,65 | 30,73 |
| 32,00 | Y ₃ | 29,89 | 29,13 | 28,09 | 30,76 | 30,76 | 29,43 | 30,85 |
| 32,00 | Y ₄ | 29,77 | 29,58 | 29,25 | 30,35 | 30,88 | 29,51 | 30,78 |
| 32,00 | Y ₅ | 29,81 | 29,48 | 29,85 | 30,94 | 30,41 | 28,98 | 30,67 |
| 32,00 | Y ₆ | 30,76 | 29,89 | 30,78 | 30,88 | 28,76 | 28,22 | 30,75 |
| 32,00 | Y ₇ | 30,75 | 30,76 | 30,85 | 29,43 | 28,32 | 29,41 | 30,72 |

Untuk mengetahui ketebalan lapisan tanah yang ada didasar akuarium, maka dapat diperoleh dengan cara : tinggi akuarium dikurangi dengan jarak deteksi dasar akuarium. Berdasarkan rumusan tersebut didapat nilai ketebalan lapisan tanah di dasar akuarium seperti yang terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Ketebalan Lapisan Tanah

| Tinggi akuarium (cm) | Posisi deteksi sensor vertikal (Y) | Posisi deteksi sensor horizontal (X) | | | | | | | Nilai rata-rata ketebalan y (cm) | |
|----------------------------|---|--------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---|-------------|
| | | X ₁ | X ₂ | X ₃ | X ₄ | X ₅ | X ₆ | X ₇ | | |
| | | Hasil pengukuran jarak (cm) | | | | | | | | |
| 32,00 | Y ₁ | 0,56 | 2,05 | 1,32 | 1,15 | 1,41 | 2,54 | 1,64 | Y ₁ | 1,52 |
| 32,00 | Y ₂ | 0,62 | 2,56 | 2,75 | 1,32 | 1,22 | 2,35 | 1,27 | Y ₂ | 1,73 |
| 32,00 | Y ₃ | 2,11 | 2,87 | 3,91 | 1,24 | 1,24 | 2,57 | 1,15 | Y ₃ | 1,98 |
| 32,00 | Y ₄ | 2,23 | 2,42 | 2,75 | 1,65 | 1,12 | 2,49 | 1,22 | Y ₄ | 1,98 |
| 32,00 | Y ₅ | 2,19 | 2,52 | 2,15 | 1,06 | 1,59 | 3,02 | 1,33 | Y ₅ | 1,98 |
| 32,00 | Y ₆ | 1,24 | 2,11 | 1,22 | 1,12 | 3,24 | 3,78 | 1,25 | Y ₆ | 1,99 |
| 32,00 | Y ₇ | 1,25 | 1,24 | 1,15 | 2,57 | 3,68 | 2,59 | 1,28 | Y ₇ | 1,97 |
| | | X ₁ | X ₂ | X ₃ | X ₄ | X ₅ | X ₆ | X ₇ | | |
| | Nilai rata-rata ketebalan X (cm) | 1,53 | 2,30 | 2,24 | 1,49 | 1,79 | 2,88 | 1,31 | | |

Berdasarkan data pada Tabel 3, maka nilai rata-rata X dan Y menjadi acuan batas atas dan batas bawah dari fungsi eksponensial dalam pengerjaan 3D di Matlab. Untuk nilai rata-rata $Y = -2 \leq 0 \leq 2$ dan nilai rata-rata $X = -5 \leq 0 \leq 5$. Hasil pemrograman matlab dapat dilihat seperti yang terlihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Bentuk Kontur Tanah 3D

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian terhadap bentuk kontur tanah di bawah air, diperlukan sensitivitas dari sensor ultrasonik sebagai alat untuk mendeteksi tanah dasar dibawah air. Dengan sensitivitas yang tinggi menghasilkan data pengukuran yang akurat sehingga hasil pengolahan data 3D di Matlab menghasilkan gambar 3D yang mendekati bentuk kontur tanah seperti aslinya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. S. D. Kospa, "Kajian persepsi dan perilaku masyarakat terhadap air sungai," *Jurnal Tekno Global*, vol. 7, no. 1, 2018.
- [2] W. Jannah and I. ITRATIP, "Analisa Penyebab Banjir Dan Normalisasi Sungai Unus Kota Mataram," *Jurnal Ilmiah Mandala Education*, vol. 3, no. 1, pp. 242-249, 2017.
- [3] R. Hambali and Y. Apriyanti, "Studi Karakteristik Sedimen dan Laju Sedimentasi Sungai Daeng–Kabupaten Bangka Barat," in *FROPIL (Forum Profesional Teknik Sipil)*, 2016, vol. 4, no. 2, pp. 165-174.
- [4] T. Anasiru, "Angkutan sedimen pada muara sungai palu," *SMARTek*, vol. 4, no. 1, 2006.
- [5] K. Ondara and G. A. Rahmawan, "PEMANTAUAN SEDIMENTASI MENGGUNAKAN DATA BATIMETRI HIGH FRECUENCY DI PERAIRAN SAYUNG, DEMAK-JAWA TENGAH," *GEOMATIKA*, vol. 26, no. 1, pp. 1-8, 2020.
- [6] A. Muliawan, M. Syaryadhi, and Z. Zulhelmi, "Desain Prototipe Sistem Pemetaan Dasar Sungai Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler ATmega328P," *Jurnal Komputer, Informasi Teknologi, dan Elektro*, vol. 2, no. 3, 2017.
- [7] P. S. F. Yudha and R. A. Sani, "Implementasi Sensor Ultrasonik Hc-Sr04 Sebagai Sensor Parkir Mobil Berbasis Arduino," *EINSTEIN (e-Journal)*, vol. 5, no. 3, 2017.
- [8] B. Arsada, "Aplikasi sensor ultrasonik untuk deteksi posisi jarak pada ruang menggunakan arduino uno," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 6, no. 2, 2017.
- [9] Z. Budiarmo and A. Prihandono, "Implementasi Sensor Ultrasonik Untuk Mengukur Panjang Gelombang Suara Berbasis Mikrokontroler," *Dinamik*, vol. 20, no. 2, 2015.
- [10] S. Espressif, "ESP32 Series Datasheet," *Espressif Systems*, pp. 20-50, 2019.
- [11] M. Dwiyani, R. N. Wardhani, and T. Zen, "Desain Sistem Pemantauan Kualitas Air Pada Perikanan Budidaya Berbasis Internet Of Things Dan Pengujiannya," *MULTINETICS*, vol. 5, no. 2, pp. 57-61, 2019.