

PEMANFAATAN ESP32-CAM UNTUK MENGUKUR KETINGGIAN AIR MENGUNAKAN METODE IMAGE PROCESSING

Hendrick¹⁾, Hanifa Fitri²⁾, dan Ivan Finiel Hotmartua Bagariang³⁾

¹Teknik Elektro, Politeknik Negeri Padang, Limau Manis Selatan, Padang, 25163

²Teknik Elektro, Politeknik Negeri Padang, Limau Manis Selatan, Padang, 25163

³Teknik Elektro, Politeknik Negeri Padang, Limau Manis Selatan, Padang, 25163

E-mail: hanifafitri08@gmail.com

Abstract

High intensity of rainfall is the cause of increasing river water levels. This certainly has an effect on the safety of the people around the watershed. Water level measuring device can be monitor directly and wirelessly. With the use of image processing methods as measuring tool for river water level, it is hoped that the people who live around the river will know the river water level by getting early information if a disaster occurs. This measuring device consists of the ESP32-CAM as water level monitoring device by utilizing a buoy as the object being measured. From these results, the pixel change will be obtained as the basis for measurement. The pixel change is caused by the ups and downs of the object due to changes in river water level. Data retrieval is calculated by means of pixels from the contour area with data collection from water level of 1 cm to 10 cm. To get the height value using the polynomial regression formula. The measurement accuracy is at height of 1 cm to 7 cm with relative error value of 1,26%. For a height of 8 cm the measurement is not accurate with relative error value of 250,31%.

Keywords: ESP32-CAM, water level, polynomial regression, image processing, contour area

Abstrak

Intensitas curah hujan yang tinggi merupakan penyebab meningkatnya ketinggian air sungai. Perubahan ketinggian air yang berakibat banjir, akan mempengaruhi keselamatan masyarakat yang berada disekitar daerah aliran air sungai. Korban berjatuhannya umumnya terjadi akibat masyarakat tidak mendapatkan informasi akan hal itu. Dengan permasalahan tersebut dibuat alat pengukur ketinggian air yang dapat memantau ketinggian air secara langsung dan wireless. Dengan penggunaan metode image processing dan ESP32-CAM sebagai alat pengukur ketinggian air sungai, diharapkan masyarakat yang bermukim di sekitar daerah aliran air sungai mengetahui ketinggian air sungai dengan mendapatkan informasi lebih awal jika akan terjadinya bencana. Alat pengukur ini terdiri dari ESP32-CAM sebagai alat pemantau ketinggian air dengan memanfaatkan pelampung sebagai objek yang diukur. Dari hasil ini akan di dapatkan perubahan pixel sebagai dasar pengukuran. Perubahan pixel tersebut di akibatkan oleh naik turun nya objek karena perubahan tinggi air sungai. Pengambilan data dihitung melalui pixel dari luas kontur dengan pengambilan data dari ketinggian air 1 cm sampai dengan 10 cm. Untuk mendapatkan nilai ketinggian menggunakan rumus regresi polinomial. Keakuratan pengukuran pada ketinggian 1 cm sampai 7 cm dengan nilai kesalahan relatif sebesar 1,26%. Untuk ketinggian 8 cm pengukuran tidak akurat dengan nilai kesalahan relatif 250,31%.

Kata Kunci: ESP32-CAM, ketinggian air, regresi polinomial, pengolahan citra, luas kontur

PENDAHULUAN

Bencana alam dapat mengakibatkan dampak besar bagi manusia baik kehilangan tempat tinggal, keluarga maupun harta benda (Murdiyanto & Gutomo, 2015). Salah satu contoh bencana alam adalah banjir bandang (*flash flood*). Banjir merupakan volume air sungai yang secara tiba-tiba melampaui kapasitas aliran dan dengan cepat melanda daerah-daerah rendah permukaan bumi (Murdiana et al., 2015).

Pendeteksian level ketinggian air sungai umumnya dilakukan secara manual dengan mengukur langsung ke sungai. Hal ini tidak perlu dilakukan jika telah memiliki sistem monitoring otomatis. Masalah yang juga sering dihadapi adalah tidak adanya pemberitahuan awal bahwasanya ada bahaya yang mungkin timbul saat ketinggian air sungai tiba-tiba berubah drastis. Untuk mengatasi masalah itu, beberapa peneliti berupaya untuk mengukur secara otomatis level ketinggian air dengan memanfaatkan sensor inframerah. Selain dengan mengembangkan sensor, beberapa peneliti menggabungkan sensor tersebut dengan *Internet of Things* (Akhiruddin, 2018). Umumnya sistem pendeteksian level air secara nirkabel terdiri dari sensor, *controller*, dan modul GSM. Kelemahannya adalah informasi tidak dapat dilihat secara *real-time*. Sehingga di butuhkan sebuah alat yang ringkas dengan kemampuan yang memadai sebagai sensor sekaligus mampu untuk melakukan komunikasi data secara nirkabel. Dengan sistem yang nirkabel, maka operator dapat memantau level air dari ruang kontrol saja.

Dari permasalahan tersebut penulis memiliki inovasi untuk membuat alat pemantauan ketinggian air secara *real-time* dan *wireless* dengan menggunakan komponen utama yaitu ESP32-CAM sebagai kamera. ESP32-CAM memiliki keunggulan pada sisi wifi yang dapat di akses pada jarak jauh dan modul ini sudah terintegrasi secara *System on Chip* (Setiawan & Purnamasari, 2019).

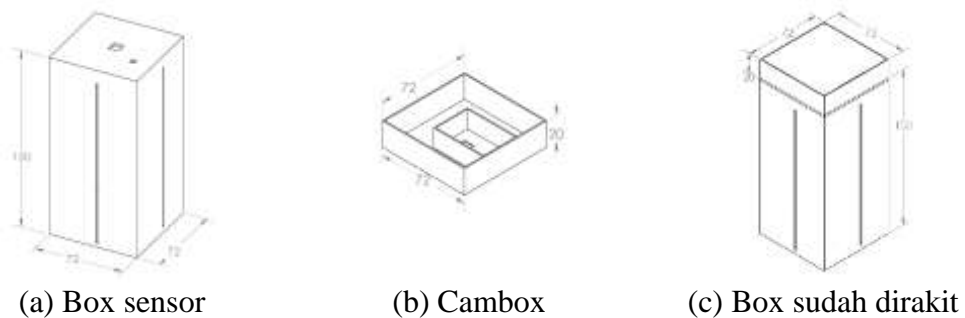
Sistem level ketinggian air ini terdiri dari ESP32-CAM, pelampung, *Box sensor* dan *Cambox*. *Box sensor* dirancang sebagai tempat meletakkan pelampung dan *Cambox* dirancang untuk meletakkan ESP32-CAM. ESP32-CAM akan menangkap gambar dari objek terapung yang berada dalam *Box sensor*. Perubahan luasan objek yang ditangkap kamera merupakan indikator bahwa telah terjadi perubahan ketinggian air. Perubahan luas objek akan menjadi dasar perhitungan kalibrasi pengukuran ketinggian air dengan memanfaatkan metode *polynomial regression* (Uyun, F.R., Jaya, L.O.M.G. dan Ransi,

2019). Selain berfungsi untuk mengukur ketinggian air, ESP32-CAM difungsikan juga untuk menjadi *access point* sehingga setiap perangkat yang terhubung dapat melihat informasi ketinggian air. Informasi ketinggian air itu terdiri dari gambar objek dan hasil perhitungan tinggi air saat itu. Lingkungan masyarakat yang berada disekitar *access point* (AP), dapat mengetahui informasi ketinggian air dengan terhubung ke AP tersebut.

METODE PENELITIAN

1. Perancangan Mekanik

Pada Gambar 1 merupakan perancangan mekanik sensor yang akan dicetak menggunakan 3D printer. Sensor ini terdiri dari (a) Box sensor, (b) Cambox, dan (c) Box sensor secara keseluruhan yang sudah di rakit. Box sensor berfungsi sebagai tempat peletakan objek berwarna merah untuk mendeteksi ketinggian air. Prinsip kerjanya yaitu sensor akan mendeteksi ketinggian air saat ada perubahan ketinggian objek berwarna merah didalam Box sensor. Objek warna merah itu memiliki ukuran diameter 2 cm. Gambar 2 menunjukkan objek berwarna merah yang akan dideteksi oleh ESP32-CAM. Sedangkan Cambox berfungsi sebagai tempat meletakkan ESP32-CAM. ESP32-CAM dapat memancarkan cahaya untuk menerangi objek di dalam box. Ukuran box yang sudah dirakit yaitu 72mmx72mmx170mm.



Gambar 1. Perancangan Sensor



Gambar 2. Objek berwarna merah

2. Pendeteksi objek berwarna merah

Pendeteksian objek berwarna merah secara real-time menggunakan bahasa pemrograman python. Sedangkan *library* yang digunakan untuk pemrosesan gambar menggunakan OpenCV dan numpy. Parameter yang dibutuhkan untuk mendeteksi objek berwarna merah didapatkan dari nilai konversi warna RGB ke HSV. Gambar 3 menunjukkan nilai threshold dari warna HSV yang digunakan untuk mendeteksi objek berwarna merah.



Gambar 3. Threshold HSV

Nilai threshold HSV terdiri dari Hue, Saturation, dan Value. HSV berguna untuk mendapatkan nilai biner dari warna. Untuk mendapatkan nilai HSV yang baik, diperlukan pencahayaan yang konstan. Karena itu, nilai HSV akan berubah jika intensitas cahaya rendah atau terlalu tinggi. Semakin kontras perbedaan warna antara *foreground* dan *background* maka akan menghasilkan nilai HSV yang baik.

3. Kalibrasi



Gambar 4 Proses kalibrasi

Gambar 4 menunjukkan proses pengambilan data untuk nilai area kontur. Selanjutnya akan dihitung pixel dari area kontur tersebut. Pengambilan data area kontur dilakukan pada ketinggian air dari 1 cm sampai dengan 10 cm. Untuk

mendapatkan nilai ketinggian air menggunakan rumus polynomial regression sebagai berikut:

$$Y = a + bX + Cx^2$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah program deteksi area kontur di jalankan, maka area kontur yang terdeteksi akan dilingkari dengan warna hijau yang diperlihatkan pada gambar 5 dibawah ini.



Gambar 5. Area kontur

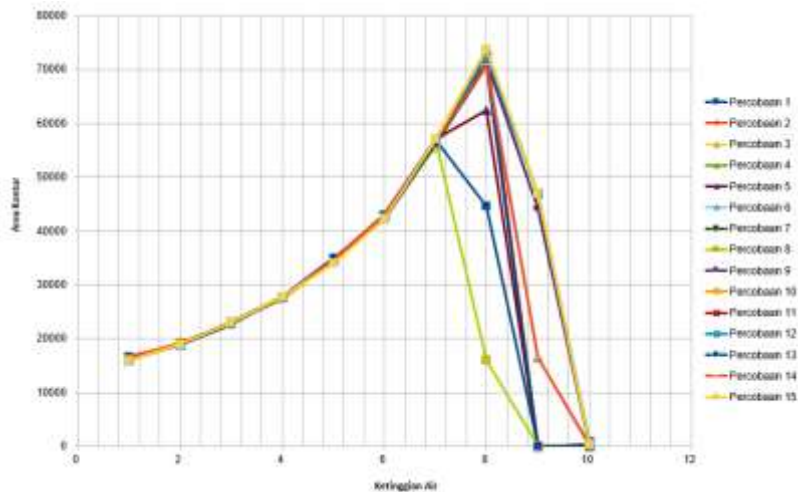
Tabel 1 adalah hasil pengukuran area kontur pada percobaan pertama. Hasil pengukuran area kontur diperoleh nilai tertinggi 56900 pixel dan paling rendah 45 pixel. Nilai area kontur ini mengalami penurunan saat mengukur ketinggian air 8 cm. Karena itu, dilakukan pengukuran sebanyak 15 kali percobaan. Gambar 6 menunjukkan hasil pengukuran ketinggian air dari 1 cm sampai dengan 10 cm yang digambarkan dalam bentuk grafik. Disaat ketinggian air 1 sampai dengan 7 cm, pola kenaikan pixel adalah polynomial, atau dengan kata lain kenaikan nilai pixel berbanding lurus dengan ketinggian air. Selanjutnya, pengukuran dari ketinggian 8 cm sampai dengan 10 cm menunjukkan grafik turun. Dengan itu, didapatkan nilai rata-rata area kontur yang terlihat pada gambar 7. Berdasarkan nilai rata-rata tersebut, diperoleh rumus untuk menghitung ketinggian air dengan metode *polynomial regression*. Rumus yang diperoleh adalah sebagai berikut :

$$y = -45,238x^4 + 387,93x^3 + 896,74x^2 - 5240,5x + 21626$$

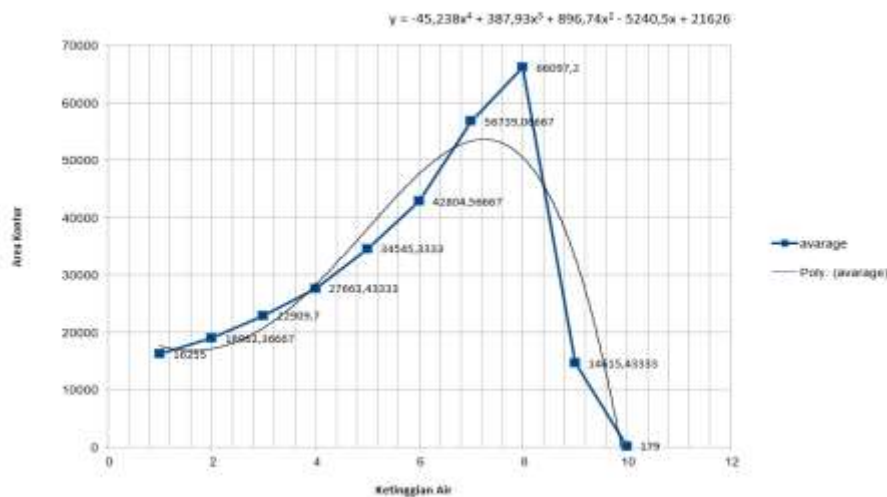
Tabel 1
Percobaan pertama

| Ketinggian Air | Area Kontur |
|----------------|-------------|
| 1 | 16030 |
| 2 | 18928,5 |

| | |
|----|---------|
| 3 | 22968 |
| 4 | 27472,5 |
| 5 | 34690,5 |
| 6 | 42842 |
| 7 | 56900 |
| 8 | 44681 |
| 9 | 217 |
| 10 | 45 |



Gambar 6. Hasil pengukuran dari 15 kali percobaan



Gambar 7. Nilai rata-rata area kontur

Pengujian selanjutnya dilakukan dengan menggunakan metode *polynomial regression*. Pengujian ini juga dilakukan untuk mendapatkan keakuratan pengukuran ketinggian air. Untuk membandingkan hasil pengukuran ketinggian air, maka dilakukan pengukuran secara manual dengan alat ukur mistar. Tabel 2 menunjukkan hasil

pengukuran dengan alat ukur mistar dan metode image processing. Dari tabel 2 dapat dicari nilai kesalahan relatif dari pengukuran dengan rumus sebagai berikut :

$$Kesalahan\ Relatif = \frac{Pengukuran\ Metode\ Image\ Processing - Pengukuran\ Manual}{Pengukuran\ Manual} \times 100\%$$

Tabel 2
 Perbandingan hasil pengukuran ketinggian air

| Pengukuran Ketinggian Air Manual (cm) | Pengukuran Ketinggian Air Metode Image Processing(cm) | Kesalahan Relatif (%) |
|---------------------------------------|---|-----------------------|
| 1 | 1,005 | 0,5 |
| 2 | 2,063 | 3,15 |
| 3 | 3,066 | 2,2 |
| 4 | 4,03 | 0,75 |
| 5 | 5,01 | 0,2 |
| 6 | 6,03 | 0,5 |
| 7 | 7,11 | 1,57 |
| 8 | -13,26 | 265,75 |
| 9 | -13,49 | 249,88 |
| 10 | -13,53 | 235,3 |

Gambar 8 menunjukkan hasil pengukuran saat ketinggian air pada ketinggian 8 cm, 9 cm, dan 10 cm. Hasil pengukuran tidak akurat dikarenakan ESP32-CAM tidak mampu untuk mendeteksi objek berwarna merah dengan fokus, sehingga pembacaan pixel menjadi tidak akurat. Berdasarkan percobaan diatas, pengukuran ketinggian air dengan menggunakan ESP32-CAM hanya akurat pada ketinggian air 1 cm sampai dengan 7 cm. sedangkan pada ketinggian 8 cm sampai dengan 10 cm tidak akurat.



(a) Tinggi Air 8 cm



(b) Tinggi Air 9 cm



(c) Tinggi Air 10 cm

SIMPULAN

Di penelitian ini diajukan metode pengukuran ketinggian air menggunakan image processing dengan membaca objek berwarna merah sebagai parameter utama. Pengukuran dilakukan dengan manual dan dengan camera menggunakan ESP32-CAM. Pengukuran dilakukan dengan ketinggian air 1 cm sampai dengan 10 cm. Proses

kalibrasi pada penelitian ini menggunakan metoda polynomial regression. Hasil pengukuran akurat ketika ketinggian air dari 1 cm sampai 7 cm dengan nilai kesalahan relatif sebesar 1,26%. Sedangkan untuk ketinggian air 8 cm sampai dengan 10 cm, pengukuran tidak akurat dengan nilai kesalahan relatif 250,31%.

Untuk mengatasi ketidakakuratan pengukuran pada ketinggian air 8 cm sampai dengan 10 cm dapat dilakukan dengan beberapa cara, (1) menambah ketinggian box sensor. Dengan ketinggian yang memadai maka area kontur pada ketinggian tersebut akan terdeteksi dengan baik. (2) menggunakan kamera dengan kualitas yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Murdiyanto, & Gutomo, T. (2015). Bencana Alam Banjir dan Tanah Longsor dan Upaya Masyarakat dalam Penanggulangan. *Jurnal PKS*, 14(4), 437–452.
- Murdiana, Fatimah, E., & Azmeri. (2015). Analisis Banjir Bandang Kota Sabang. *Jurnal Ilmu Kebencanaan (JIKA)*, 2(4), 206–216.
- Akhiruddin. (2018). Rancang Bangun Alat Pendeteksi Ketinggian Air Sungai Sebagai Peringatan Dini Banjir Berbasis Arduino Nano. *Journal of Electrical Technology*, Vol.3 No.(3), 174–179. <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/jet/article/view/963>
- Setiawan, A., & Purnamasari, A. I. (2019). Pengembangan Smart Home Dengan Microcontrollers ESP32 Dan MC-38 Meningkatkan Deteksi Dini Keamanan Perumahan. *Jurnal Resti*, 1(10), 6–9.
- Uyun, F.R., Jaya, L.O.M.G. dan Ransi, N. (2019). Penerapan Metode Regresi Polinomial Orde N Pada Pengembangan Aplikasi Inventory (Studi Kasus PT. Landipo Niaga Raya). *SemanTIK*, 5(1), 175–184. Retrieved from <https://doi.org/10.5281/zenodo.3255112>