

PENGEMBANGAN WAHANA UKUR KECEPATAN ARUS ALIRAN SUNGAI

¹Martinus, ²Ahmad Suudi, ³Rahmat Dendi Putra, ⁴Meizano Ardi Muhammad

^{1,2,3}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lampung

⁴Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Lampung

¹martinus@eng.unila.ac.id

INFO ARTIKEL

Diterima : 19 Juli 2020

Direvisi : 03 Agustus 2020

Disetujui : 17 Agustus 2020

Kata Kunci :

Flowmeter, *Realtime*, Sungai, Wahana ukur

ABSTRAK

Sungai memiliki potensi sebagai pembangkit listrik dengan indikator berupa arus aliran sungai. Alat ukur *flowmeter* adalah alat ukur yang digunakan untuk mengetahui arus aliran tersebut. *Flowmeter* konvensional memiliki keterbatasan penggunaan pada cakupan wilayah yang luas dan dalam. Sehingga dirancang wahana ukur baru untuk pergerakan cepat di perairan yang sulit untuk dijangkau. Sebuah GPS digunakan untuk membantu ketepatan lokasi pengukuran agar data *realtime*. Penelitian ini dilakukan dengan cara mengembangkan sebuah wahana ukur yang berbentuk kapal. Wahana ukur ini memiliki 84 x 25,5 x 11 cm. Wahana ukur ini memiliki flowmeter dan GPS yang dikontrol menggunakan Arduino. Wahana ukur memiliki 3 tahapan pembuatan berupa perancangan fisik, perancangan kontrol, dan *assembly*. Pengujian lapangan dilakukan dengan melintasi 5 titik acuan yang telah. Pengujian dilakukan 3 kali pengambilan data pada 3 sisi sungai. Hasilnya wahana ukur tersebut dapat melakukan pengukuran kecepatan arus dengan mobilitas yang cukup tinggi dengan data *realtime*. Salah satu hasil pengukuran kecepatan arus air yang terbaca pada *flowmeter* sebesar 430,98 cm/s dengan tingkat *error* sebesar 12,6%.

DOI: <http://dx.doi.org/10.35261/barometer.v4i2.3817>

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang berbentuk kepulauan dengan area maritim yang sangat luas. Luasnya perairan tersebut terbagi atas laut, danau dan sungai. Berdasarkan peraturan yang termaktub dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 4/PRT/M/2015 tentang kriteria dan penetapan wilayah sungai. Indonesia terdiri atas 128 wilayah sungai [1]. Sungai merupakan aliran air yang dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik. Salah satu indikator yang digunakan untuk mengetahui potensi tersebut maka digunakanlah sebuah *flowmeter*.

Flowmeter merupakan alat ukur yang digunakan untuk mengukur laju aliran dari suatu fluida. *Water flow sensor* terdiri dari tubuh katup plastik, rotor air, dan sensor *hall-effect*. Ketika air mengalir melalui sensor, maka rotor akan berputar. Kecepatan rotor berubah sesuai kecepatan aliran air. Output sensor berupa sinyal pulsa dari putaran rotor. Sinyal pulsa menghasilkan frekuensi output yang berbanding lurus dengan total laju aliran yang melewati sensor. Pengukuran laju aliran dengan perputaran rotor memberikan akurasi yang tinggi, pengulangan yang baik dan struktur yang sederhana. Sehingga *flowmeter* dapat berguna untuk mengukur arus kecepatan sungai [2].

Penggunaan *flowmeter* konvensional memiliki keterbatasan penggunaan pada cakupan area yang luas dan dalam. Pada survei batimetri [3], salah satu cara untuk mengatasi minimumnya mobilitas tersebut maka dikembangkanlah wahana apung tanpa awak. Wahana apung dirancang untuk pergerakan cepat perairan yang sulit untuk dijangkau. Wahana apung ini berukuran mini dan *portable*, tapi kokoh dan mampu diandalkan. Penggunaan *software* dan *interface* memudahkan pembuatannya, dengan instruksi dan praktik *surveyor* mampu mengumpulkan data [4].

Pengambilan data lapangan yang belum bersifat *realtime* menjadi salah satu tantangan yang mesti diselesaikan. Penggunaan data *logger* dan GPS (*Global Policy and Strategy*) memiliki fungsi untuk memecahkan masalah tersebut. GPS

sebagai alat yang digunakan untuk menginformasikan pada penggunaanya posisi dimana dia berada di permukaan bumi berbasis satelit dalam bentuk titik koordinat [5]. Penggunaan GPS berguna untuk memetakan lokasi survei dari cakupan wilayah yang telah dijelajahi oleh wahana. Arah gerak dari wahana ukur yang dirancang dapat diatur dengan menggunakan *way point* atau dengan menggunakan cara manual dengan tanpa awak [6].

Sedangkan data *logger* merupakan alat elektronik yang berfungsi mencatat data dari waktu ke waktu dengan terintegrasi terhadap sensor dan instrumen. Data *logger* berbasis komputer akan mengumpulkan data melalui sensor dalam rangka menganalisis dan menampilkan hasil pengukuran [7]. Penghubung antara sensor dan aktuator berupa mikrokontroler Arduino. Mikrokontroler ini merupakan *platform* dari komputasi fisika yang memiliki sifat *open source* baik *hardware* maupun *software*-nya.

Pada wahana ukur yang dirancang memungkinkan penggunaan sebuah *central processing unit*. Hal ini dimaksudkan untuk mengendalikan kecepatan motor yang digunakan maupun titik lokasi pada wahana untuk mengoptimalkan fungsi. Mikrokontroler Arduino yang terdapat pada wahana memungkinkan penerapan otomasi pada sistemnya [8], [9].

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekatronika Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung (Unila), Laboratorium Hidrologi Teknik Sipil, Embung C Rusunawa Unila, dan Sungai Way Beghak Lampung Barat. Pada tahapan awal penelitian ini dimulai dengan studi literatur wahana ukur, *flowmeter*, dan GPS.

Selanjutnya dilakukan pembuatan fisik, pembuatan kontrol, yang dilanjutkan dengan proses *assembly*. Pada pembuatan fisik meliputi pembuatan rangka cetakan, pembuatan cetakan bodi, pembuatan bodi, perapihan bodi dan pewarnaan bodi kapal.

Kemudian dilakukan pembuatan kontrol yang meliputi pembuatan rangkaian *flowmeter*, pembuatan rangkaian GPS, dan pembuatan rangkaian perangkat keras. Setelah itu dilakukan proses *assembly*. Setelah wahana ukur telah selesai dibuat, dilakukan proses pengujian yang meliputi:

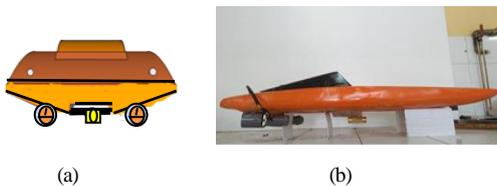
1. Pengujian fisik
 Pengujian fisik ini dilakukan pada saat wahana ukur telah selesai dibuat. Tujuan dari pengujian ini ialah melihat kesanggupan kapal untuk mengapung pada aliran air. Selain itu juga berfungsi untuk mengecek apakah ada bagian kapal yang mengalami bocor atau tidak.
2. Pengujian kontrol
 Pada pengujian kontrol ini dilakukan pengecekan terhadap seluruh rangkaian elektronika guna melihat seberapa mampu komponen-komponen tersebut menjalankan fungsinya, terkhusus untuk *flow* sensor dan GPS telah dipastikan berfungsi.
3. Pengujian kalibrasi
 Pada pengujian kalibrasi dimaksudkan untuk melihat tingkat *error* pada wahana ukur.
4. Pengujian lapangan
 Pengujian lapangan ini dimaksudkan untuk mengambil data lapangan pada sebuah sungai dengan data yang bersifat *realtime*.

Mula-mula dilakukan pembuatan fisik, setelah itu dilakukan pengujian fisik untuk melihat daya apung. Selanjutnya dilakukan pembuatan kontrol, kemudian dilakukan pengujian kontrol untuk melihat kemampuan sensor merespon program. Pada *flowmeter* dilakukan pengujian di laboratorium. Lalu dilakukan proses *assembly* untuk kemudian dilakukan pengujian lapangan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil perancangan dan pembuatan

Adapun hasil perancangan dan pembuatan wahana ukur adalah sebagai berikut.



Gambar 1 (a) 3D wahana ukur, (b) wahana ukur

Pada Gambar 1 (a) adalah gambar perancangan wahana ukur dalam bentuk 3D. Kemudian pada Gambar 1 (b) adalah bentuk perwujudan wahana ukur dalam bentuk jadi. Adapun hasil pabrikasi yang telah diselesaikan didapatkan dimensi ukuran dari keseluruhan wahana ukur yakni memiliki panjang 84, lebar 25,5 dan tinggi 11 cm, dengan sistem penggerak berupa 2 unit motor bldc (*brushless direct current*) 750 kV serta penerus gaya berupa propeler 3 daun.

Wahana serupa sudah dikembangkan di banyak tempat (disebutkan tempatnya dan literaturnya). Salah satu yang sudah cukup sering digunakan adalah wahana berbasis Doppler (*ADCP - Acoustic Doppler Current Profiler*) [10], [11]. Seperti salah satu wahana yang dikembangkan oleh Teledyne cukup mahal dengan sensor ADCP di atas wahana yang di-*thetered* ditarik dengan menggunakan tali [12].

Salah satu yang cukup berbeda adalah wahana ini dikembangkan dengan biaya yang murah dan *remotely operated vehicle* dengan menggunakan *remote control* maupun *autonomous* dengan menggunakan *ArduPilot* seperti apada wahana terbang yang sudah dikembangkan sebelumnya [6] dan dapat diarahkan pada seksi sungai yang diinginkan.

B. Hasil perancangan dan pembuatan

Adapun hasil pengujian-pengujian pada wahana ukur ini adalah sebagai berikut.

Pengujian fisik

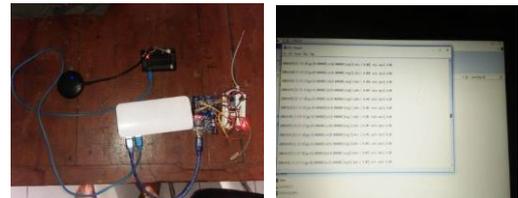
Pada pengujian ini wahana ukur terlihat *prototipe* berupa kapal mini tersebut dapat mengapung. Daya apung pada kapal memungkinkan wahana ukur tersebut dapat menjalankan fungsinya dengan baik. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Pengujian fisik

Pengujian Sistem

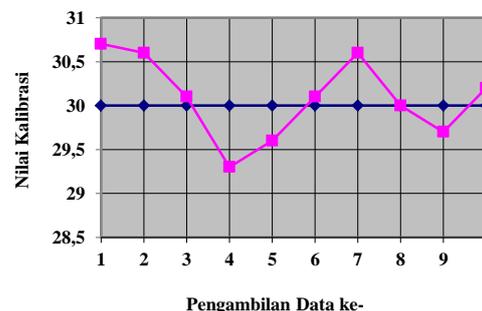
Pengujian ini dilakukan untuk mengecek rangkaian elektronika yang telah dibuat. Hal ini dimaksudkan untuk melihat tingkat respon dari suatu sensor terhadap aktuator. Hal ini dapat dilihat dari Gambar 3. Pengujian sistem meliputi respon *flowmeter*, respon gps dan kemudian melakukan *geotagging* pengambilan data oleh *flowmeter*. Hal ini menjadi krusial pada wahana ini agar semua pengukuran didapatkan lokasi di mana pengukuran itu terjadi. Hasil dari data ini akan dicatat pada *data logger*.



Gambar 3 Pengujian sistem baik sensor *flowmeter*, gps dan *data logger*

Kalibrasi

Pada Pengujian ini dilakukan kalibrasi terhadap *flowmeter*. Hal ini dimaksudkan untuk memvalidasi alat ukur tersebut. Dilakukan 10 kali pengambilan data dan dilakukan analisis terhadap nilai *error* alat. Pengujian ini dapat dilihat di Gambar 4. Hasil yang didapat deviasi pada perangkat *flowmeter* tidak terlalu jauh dan cukup baik.



Gambar 4 Data kalibrasi pada *Flowmeter*

Pengujian lapangan

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengambil data pada sungai Way Beghak. Pengujian ini mengambil data arus aliran sungai beserta dengan titik koordinatnya. Data yang dihasilkan bersifat *realtime*. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 5. Pada pengambilan data di lapangan pada sungai Way Beghak didapatkan hasil seperti pada Tabel I. Data ini akan terus

terkumpul selama wahana mengambil pengukuran. Pengukuran dilakukan per satu detik



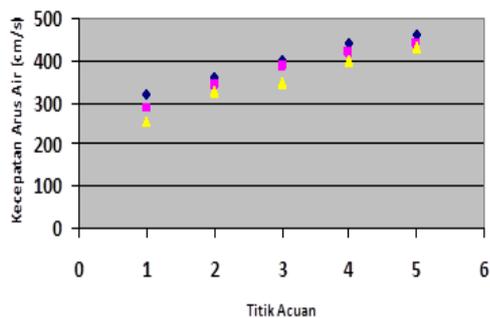
Gambar 5 Pengujian lapangan

TABEL I
DATA LAPANGAN SUNGAI WAY BEGHAK

Pengambilan Data Ke-	Titik Acuan	Kedalaman (cm)	Lebar (cm)	<i>Realtime</i>	
				<i>Measurement Value</i> (cm/s)	Koordinat (°L, °B)
1	1	42	400	319,87	5.047253°LS, 104.092292°BT
	2	43	338	356,99	5.047226°LS, 104.092208°BT
	3	57	415	398,99	5.047289°LS, 104.092605°BT
	4	70	455	437,71	5.047211°LS, 104.092254°BT
	5	54	445	459,60	5.047174°LS, 104.092178°BT
2	1	42	400	289,56	5.046945°LS, 104.091766°BT
	2	43	338	343,43	5.046895°LS, 104.091659°BT
	3	57	415	397,31	5.046872°LS, 104.091690°BT
	4	70	455	420,88	5.046930°LS, 104.091796°BT
	5	54	445	437,71	5.046844°LS, 104.091796°BT
3	1	42	400	254,21	5.046289°LS, 104.090835°BT
	2	43	338	328,28	5.046264°LS, 104.090866°BT
	3	57	415	345,12	5.046271°LS, 104.091026°BT
	4	70	455	398,99	5.046239°LS, 104.090713°BT
	5	54	445	430,98	5.046226°LS, 104.090660°BT

Dari hasil pengukuran yang didapatkan pada Tabel I terlihat wahana ukur dapat menjalankan fungsinya dengan baik. *flowmeter* dan GPS yang tersedia telah mampu menjalankan fungsinya. Pada 3 kali pengujian pada 3 sisi yang berbeda sepanjang aliran sungai terlihat adanya sedikit perbedaan yang dapat dilihat pada Gambar 6 yang dinyatakan dalam grafik berikut.

Grafik Kecepatan Arus Air pada Titik Acuan



Gambar 6 Pengujian lapangan dengan tiga kali pengulangan, biru pengulangan ke-1, magenta ke-2 dan kuning ke-3 pada enam lokasi berbeda

Pada Gambar 6 pengujian terlihat perbedaan nilai arus air pada 3 sisi yang berbeda pada sungai. Diketahui salah satu nilai yang terbaca pada pengambilan data tersebut sebesar 430,98 cm/s dengan titik koordinat lokasi 5.046226° LS, 104.090660° BT. Bila dianalisis, pengembangan wahana ukur yang telah dibuat telah mampu melakukan pengukuran kecepatan arus sungai dengan data yang bersifat *realtime*. Tingkat *error* pengukuran yang berlaku pada *flowmeter* yang digunakan pun berada di

bawah batas *error* maksimum yang telah di tentukan perusahaan. Sebagai *platform* yang akan dikembangkan, wahana ukur yang telah dibuat sudah memenuhi tujuan awal dari pembuatannya.

IV. KESIMPULAN

Telah dirancang dan dibuat sebuah wahana ukur berbentuk kapal mini dengan panjang 84, lebar 25,5 dengan tinggi 11 cm. Kapal tersebut dilengkapi dengan *flowmeter* dan GPS yang dikendalikan menggunakan mikrokontroler Arduino UNO. Wahana tersebut dapat mengukur kecepatan arus air dan titik lokasi GPS dengan baik yang menghasilkan data *realtime*.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] M. B. Hadimuljono, "Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 04/PRT/M/2015 tentang Kriteria dan Penetapan Wilayah Sungai." Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia, 2015, [Online]. Available: <http://sda.pu.go.id/produk/mfhandler.php?file=PermenPUPR04-2015.pdf&table=newsmain&field=Attachment&pageType=list&key1=60>.
- [2] United States, "Water Measurement Manual: A Water Resources Technical Publication." United States Department The Interior Bureau of Reclamation, 2001, [Online]. Available: <https://www.usbr.gov/tsc/techreferences/mands/wmm/>.
- [3] N. M. R. R. C. Perbani and D. Suwardhi, "Pembangunan sistem penentuan posisi dan navigasi berbasis sistem unmanned surface vehicle (usv)

- untuk survei barimetri,” *Jurnal Itenas Rekayasa*, vol. 18, no. 1, pp. 9–22, 2014, [Online]. Available: <https://ejournal.itenas.ac.id/index.php/rekayasa/article/view/476/640>.
- [4] J. Denny *et al.*, “Advances in shallow-water, high-resolution seafloor mapping: integrating an autonomous surface vessel (asv) into nearshore geophysical studies,” *American Geophysical Union*, pp. NS31B-1574, 2006, [Online]. Available: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2006AGUFMNS31B1574D/abstract>.
- [5] W. Habibi and A. Mazharurdin, “Pembangunan sistem pelacakan dan penelusuran device mobile berbasis global positioning sistem (gps) pada platform mobile google,” Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2011. [Online]. Available: <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-16279-5106100003-paperpdf.pdf>.
- [6] M. Martinus, T. P. Aripta, A. D. Ningarta, and W. Wahyu, “Pembuatan insect trap berbasis uav (unmanned aerial vehicle),” *Barometer*, vol. 3, no. 1, pp. 78–82, 2018, doi: <https://doi.org/10.35261/barometer.v3i1.1256>.
- [7] M. Aqib, “How to make an arduino sd card data logger for temperature sensor data,” *Maker pro*. <https://maker.pro/arduino/tutorial/how-to-make-an-arduino-sd-card-data-logger-for-temperature-sensor-data>.
- [8] M. Martinus and A. Djausal, “Small format aerial photography dengan auto kite aerial photography berbasis arduino,” 2018, [Online]. Available: https://www.academia.edu/11677584/Small_Format_Aerial_Photography_dengan_Auto_Kite_Aerial_Photography_berbasis_Arduino.
- [9] M. Martinus, A. Juliardi, and I. P. D. Adi, “Pembuatan sistem kontrol motor dc untuk prototipe kendaraan listrik raden intan 2,” *Barometer*, vol. 3, no. 2, pp. 122–124, 2018, doi: <https://doi.org/10.35261/barometer.v3i2.1391>.
- [10] D. P. Turnipseed and V. B. Sauer, “Discharge measurements at gaging stations,” U.S. Geological Survey, Reston, VA, 3-A8, 2010. [Online]. Available: <https://pubs.er.usgs.gov/publication/tm3A8>.
- [11] R. K. Dillow, “Water Quality Monitoring System Designs,” in *Encyclopedia of Global Warming and Climate Change*, 2455 Teller Road, Thousand Oaks California 91320 United States: SAGE Publications, Inc., 2008.
- [12] P. M. M. M. Pratama, “Teledyne StreamPro ADCP Acoustic Doppler Current Profiler,” *PT Maju Mapan Mandiri Indah Pratama Surveying Instruments, Forestry, Oceanography and Laboratory Equipments*, Agustus 2020. http://www.majumapanmandiri.co.id/index.php?route=product/product&product_id=3868, <http://www.teledynemarine.com/rdi>.