

Perancangan Purwarupa Penghitungan Ketinggian Air Sungai Berbiaya Rendah

Prototype Design of Low-Cost Automatic Water Level Recorder

Aniessa Rinny Asnaning^{1*}, dan Septafiansyah Dwi Putra²

¹Politeknik Negeri Lampung / Jurusan Teknologi Pertanian

² Politeknik Negeri Lampung / Jurusan Ekonomi dan Bisnis

*E-mail : aniessa.rinny@polinela.ac.id

ABSTRACT

The process of managing the water gate periodically is to monitor the water level by the officers manually. This water level is monitored manually and manually recalled. This method is certainly not effective, given the risk of data that is monitored is not accurate and can be lost if manually direkap. Because disaster warnings should be done quickly and responsively. Generally the measurements performed by the water supply personnel require considerable time. The development of Internet of Things (IoT), which continues to increase in both scale and its application gives solution opportunities to anticipate the problem. The researcher's approach is to design realtime water level monitoring and record it automatically into the system. This paper presents models and prototypes of real time level water level monitoring on a conventional water gate system. This research is a multidisciplinary of information system science and water resource management science. Test results show that low cost devices are capable of having errors of 0.65% and lower processing time of 92.7% compared to conventional data processing.

Keywords : Flood, Water Management, IoT

Diterima : , disetujui

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan tingkat risiko tinggi rawan bencana. Melihat data yang dikeluarkan oleh *United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UNISDR)*. Kajian (UNISDR, n.d.) tersebut menyebutkan dari 162 negara Indonesia berada di urutan ke-6 dengan 1.101.507 orang yang terkena dampaknya. Peringkat sebelumnya secara berurutan ditempati oleh Bangladesh (19,279,960 korban), India (15.859.640), China (3.972.502), Vietnam (3.403.041), dan Kamboja (1.765.674). Bencana banjir yang melanda di berbagai wilayah Indonesia disebabkan oleh intensitas hujan yang cukup tinggi karena berada pada daerah tropis. Data yang dikeluarkan oleh Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) tahun 2012-2016 banjir merupakan bencana alam nomor satu di Indonesia. Selain itu, terdapat penyebab awal yang dapat diidentifikasi adalah perubahan areal lahan di seperti pembukaan hutan dan perkembangan wilayah kota yang sangat cepat. Pembukaan hutan tersebut mengakibatkan air tidak dapat diserap oleh tanah dan langsung menjadi air limpasan yang langsung mengalir ke sungai. Debit air sungai akan menjadi lebih besar, dan akhirnya menyebabkan genangan banjir. Masalah tersebut di mulai sejak manusia bermukim dan melakukan berbagai kegiatan di kawasan yang berupa dataran banjir (*flood plain*) suatu sungai (Lapan, 2012).

Proses pengelola pintu air secara berkala akan memantau ketinggian air pada pintu air oleh

petugas secara manual. Ketinggian air ini dipantau secara manual dan direkap secara manual. Cara ini tentu tidak efektif, mengingat data yang dipantau tidak akurat dan dapat hilang jika direkap secara manual. Padahal dengan data yang ada, dapat digunakan oleh para peneliti dan pemerintah untuk mendeteksi permasalahan pada sungai, misalnya pendangkalan dan sampah. Selain masalah tersebut, mitigasi bencana banjir tidak dapat dilakukan. Karena peringatan bencana harus dilakukan secara cepat dan tanggap. Karena umumnya pengukuran yang dilakukan oleh petugas pintu air memerlukan waktu yang cukup lama.

Perkembangan konektivitas *network* dan teknologi komunikasi yang terus meningkat baik skala dan aplikasinya memberikan berbagai peluang solusi untuk mengatasi permasalahan bencana alam seperti yang telah dijelaskan sebelumnya. *Internet of Things* (IoT) adalah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet / jaringan yang tersambung secara terus-menerus berikut dengan kemampuan pengendalian, *data sharing*, dan kolaborasi. Hal ini termasuk juga pada benda-benda di dunia fisik seperti bahan pangan, elektronik, peralatan, koleksi, termasuk benda hidup, yang semuanya tersambung ke jaringan lokal dan global melalui *sensing* dan *actuator* dan selalu “on”. Sehingga pada akhirnya, benda Internet atau *Internet of Things* mengacu pada benda yang dapat diidentifikasi secara unik sebagai representasi virtual dalam struktur berbasis Internet.

Pada saat ini proses pemantauan ketinggian air pada pintu air dilakukan secara manual dan menimbulkan risiko terjadinya banjir. Beberapa pendekatan permasalahan pada penelitian ini adalah :

1. Banjir merupakan bencana yang tidak dapat dikendalikan oleh manusia, pendekatan terbaik saat ini adalah dengan meminimalkan risiko banjir;
2. Pendekatan terbaik dalam meminimalkan banjir adalah dengan pemantauan tinggi air pada pintu air. Kondisi saat ini belum terdapat sistem pemantauan ketinggian air secara realtime;
3. Sistem komunikasi yang kurang baik pada daerah pintu air terutama rural area;
4. Penggunaan sensor yang dapat mendukung konsep multinode sensing pintu air dan pencatatan ketinggian air secara waktu nyata untuk pengambilan keputusan yang cepat dan akurat bagi para stakeholder.

Berkaitan dengan hal ini, penting bagi peneliti untuk mengembangkan sebuah sistem yang dapat membaca ketinggian air pada pintu air. Pendekatan yang akan dilakukan peneliti adalah mendesain multinode sensing pemantauan air secara realtime dan mencatat secara otomatis kedalam sistem penunjang keputusan. Makalah ini menyajikan model dan persyaratan kebutuhan dalam membangun sebuah sistem yang mampu memonitoring ketinggian level air secara waktu nyata pada sebuah sistem pintu air konvensional. Penelitian ini merupakan multidisiplin antara ilmu sistem informasi dan ilmu tata sumber daya air (Teknik Sipil).

STATE OF THE ART PENELITIAN

State of the art pada kajian pengukuran ketinggian air dan IoT (*internet of things*) sebagai *enabler* cukup memiliki pengembangan yang terus meningkat. State of the art pada bidang penelitian

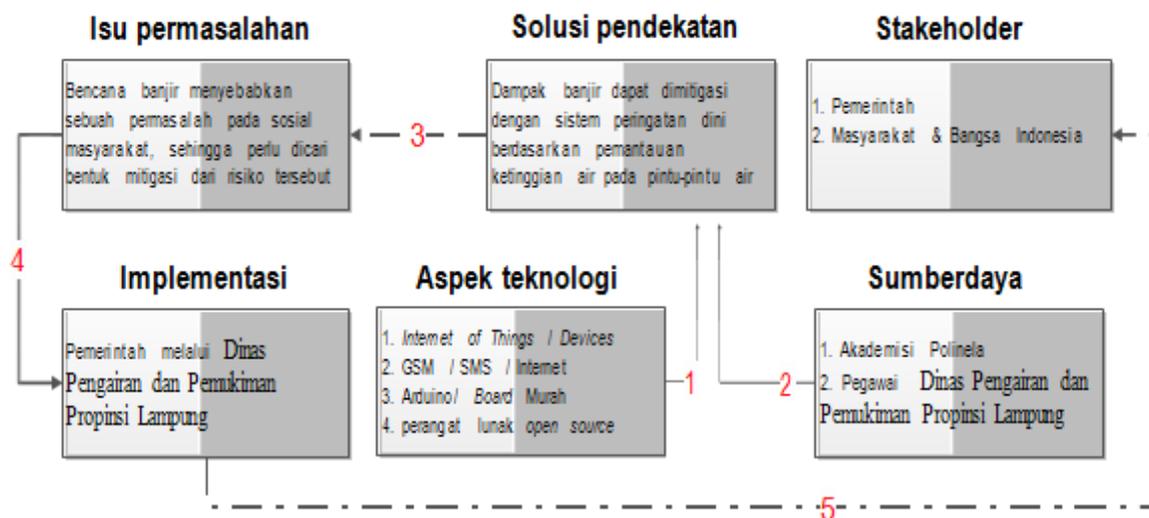
mitigasi bencana banjir dan IoT dijumpai dalam bentuk perangkat produk, metodologi, atau sains yang dicapai pada kurun waktu lima tahun terakhir. *State of the art* juga dapat diartikan sebagai ukuran tingkat pengembangan (dalam bentuk sebuah perangkat/produk, prosedur, proses, teknik/cara, atau sains) yang dicapai pada waktu tertentu sebagai sebuah hasil dari penerapan metodologi-metodologi yang ada. Tabel 1 menunjukkan hasil pengembangan pada aspek bidang yang diteliti selama kurun waktu lima tahun terkahir.

Tabel 1. Posisi Penelitian Terakhir

No	Nama, Tahun dan Judul Penelitian	Metode	Hasil
1.	(Arvindan & Keerthika, 2016) <i>Experimental investigation of remote control via Android smart phone of arduino-based automated irrigation system using moisture sensor</i> 2016 3rd International Conference on Electrical Energy Systems (ICEES)	Penggunaan sensor kelembapan dalam menginvestigasi tanaman pada areal sistem irigasi	Sebuah desain perangkat prototipe laboratorium untuk mengukur kelembapan secara <i>realtime</i> . Kelemahan yang dirasakan adalah pada aspek implementasi sumber daya yang dibutuhkan pada daerah irigasi yang minim catudaya.
2.	(Gangopadhyay & Mondal, 2016) <i>A wireless framework for environmental monitoring and instant response alert</i> 2016 International Conference on Microelectronics, Computing and Communications (MicroCom),	Penelitian ini mengusulkan sebuah prototipe nirkabel stasiun pemantauan cuaca yang menggunggah informasi cuaca yang diterima dari berbagai sensor ke database cloud dari lokasi terpencil yang dapat dipantau dari mana saja.	Prototipe yang dibangun terdiri dari tiga modul-modul utama sensor nirkabel (IEEE802.15.4 / Zigbee), mikrokontroler Arduino dengan konektivitas jaringan Ethernet Wi-Fi / dan sebuah aplikasi android untuk pengguna.
3	(Gunawan, Kartiwi, Suhaimi, & Bakar, 2013) <i>Development of Portable Charger for Mobile Phone Using Arduino Microcontroller during Disaster Recovery</i> 2013 International Conference on Advanced Computer Science Applications and Technologies	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan mengembangkan sebuah <i>charger portabel</i> untuk ponsel menggunakan mikrokontroler Arduino, yang dapat digunakan secara efektif selama terjadinya bencana.	Sebuah charger portable untuk pengisian baterai secara cepat pada tipe Li-Ion.

- | | | | |
|---|---|---|--|
| 4 | <p>(Intharasombat & Khoenkaw, 2015)</p> <p><i>A low-cost flash flood monitoring system</i></p> <p>2015 7th International Conference on Information Technology and Electrical Engineering (ICITEE)</p> | <p>Peneliti mengusulkan sebuah sistem yang murah dan dikembangkan pada ponsel Android dan <i>board</i> Arduino. Sistem ini akan mengukur tingkat air dengan metode echolocation , mengumpulkan informasi dengan sensor nya, dan mengirimkan informasi ke server melalui jaringan seluler atau WIFI.</p> | <p>Sebuah desain protipe sistem android dan arduino untuk mengukur debit air pada bencana banjir bandang.</p> <p>Kelemahan pada peneltian ini adalah penggunaan kamera pada ponsel android. Sehingga dijumpai waktu dan performa pemrosesan sistem yang lambat dan besar.</p> |
| 5 | <p>(Islam, Islam, Syrus, & Ahmed, 2014)</p> <p><i>Implementation of flash flood monitoring system based on wireless sensor network in Bangladesh</i></p> <p>2014 Internationa lConference on Informatics, Electronics Vision (ICIEV),</p> | <p>Penelitian ini mengkaji desain & implementasi sistem monitoring air untuk menyediakan solusi jarak jauh proses pemantauan tingkat air, peringatan dini kejadian, mengirimkan pemberitahuan ketika tingkat air kritis dicapai melalui mobile dan dapat diakses oleh semua pengguna melalui website.</p> | <p>Sistem yang dibangun ini terdiri dari sensor, Arduino Ethernet- shiekd, modul <i>software</i> pengumpulan data, web konsol modul, ponsel dan modul pemantauan berdasarkan dan server didistribusikan.</p> <p>Kelemahan yang ditemukan pada penlitian ini adalah sulitnya implementasi pada area <i>rural</i>. Sehingga implementasi di daerah yang minim sinyal akan memiliki tantangan yang berbeda.</p> |
| 6 | <p>Haryani, Zubaidah dkk, 2012)</p> <p><i>Flood hazard model using remote sensing data in Sampang district.</i></p> <p>Jurnal Penginderaan Jauh Vol 9 2012</p> | <p>Penelitian ini menggunakan Penginderaan jauh yang luas dalam menghasilkan data dampak banjir di kabupaten Sampang, Indonesia. Metode yang digunakan adalah <i>composite mapping analysis</i>.</p> | <p>Aspek pengkajian dari penginderaan jauh dalam memodelkan dampak banjir, sehingga didapatkan data dampak banjir.</p> <p>Kelemahan penelitian ini adalah fokus pada pengumpulan data bukan pada aspek mitigasi risiko sebelum terjadinya bencana banjir.</p> |

Hasil kajian dari penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa dampak banjir dapat ditanggulangi dari pola meminimalkan risiko dan pengukuran ketinggian air hujan. Rumpun ilmu dalam meneliti bidang tersebut bukan hanya pada aspek teknologi informasi saja, tetapi dibutuhkan juga kajian dari ilmu sipil atau sumber daya air untuk mendapatkan hasil yang komprehensif dan relevan. Setelah melihat kajian dari para peneliti sebelumnya didapatkanlah potensi untuk mengembangkan kajian bencana banjir dalam bentuk sebuah perangkat atau produk terapan yang diaplikasikan secara nyata.



Gambar 1. Pendekatan Permasalahan dan Solusi Penyelesaian

Hasil kajian dari *state of the art* memberikan bukti bahwa tujuan utama dari penelitian ini adalah memungkinkan untuk dikembangkan. Tujuan dari merancang sebuah sistem multinode sensing pemantauan air secara realtime dalam meminimalkan risiko akan dampak banjir melalui tahapan yang sistematis dan terukur

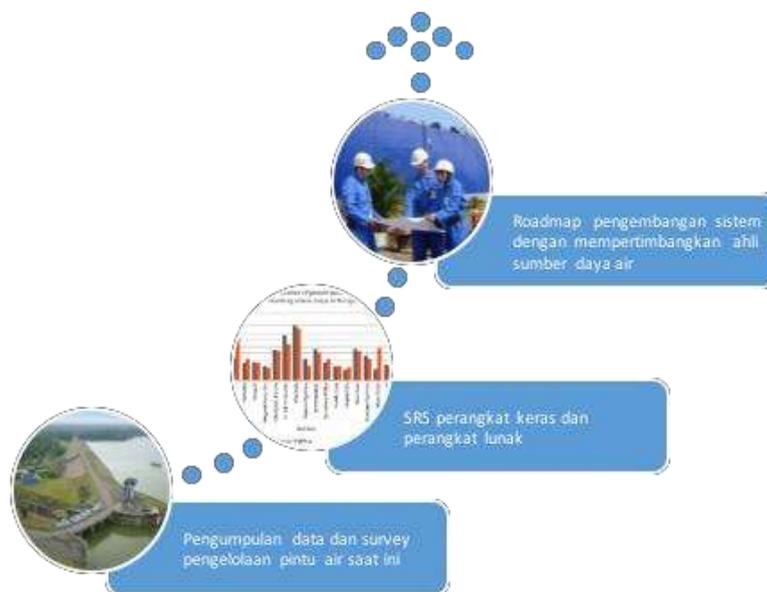
METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan dalam penelitian menggunakan metode penelitian sekuensial *mix method* dengan pendekatan metode Cole¹. Kerangka desain penelitian menggunakan metode penelitian yang menggabungkan dua paradigma penelitian yaitu ilmu desain (perancangan) dan ilmu aplikasi sebuah metodologi. Ilmu aksi diartikan sebagai mengembangkan dan memverifikasi teori yang menjelaskan dan memprediksi kebutuhan desain sistem. Pada sisi yang lain, ilmu desain akan menghasilkan sebuah produk yang berguna dalam memecahkan sebuah permasalahan. Paradigma penelitian (ilmu perilaku dan ilmu desain) tersebut digabungkan dan dapat digunakan dalam kerangka penelitian perancangan sistem informasi yang dapat menjawab solusi kebutuhan perancangan sistem(Cole, Purao, Rossi, & Sein, 2005). Pada gambar 2 digambarkan metodologi penelitian yang digunakan oleh peneliti dalam melaksanakan penelitian.



Gambar 2. Metodologi Penelitian

Peneliti kemudian menurunkan metodologi penelitian menjadi sebuah rangkaian pelaksanaan penelitian. Metodologi penelitian diartikan sebagai rangkaian dari cara atau pelaksanaan kegiatan penelitian yang didasari oleh pandangan filosofis, asumsi dasar, dan ideologis serta pertanyaan dan isu yang dihadapi. Rangkaian pelaksanaan penelitian memiliki sebuah rancangan detail sebuah penelitian. Rancangan ini akan menjelaskan prosedur dan tahapan secara mendalam yang harus dijalani oleh peneliti. Seperti yang sudah disebutkan sebelumnya, penelitian ini menggunakan metode sekuensial mix method dengan pendekatan metodologi Cole. Penggunaan metode metode sekuensial mix method dapat dilihat pada proses identifikasi permasalahan yang dilakukan secara kualitatif namun dalam beberapa tahapan lain akan menggunakan teknik kuantitatif. Metode pelaksanaan penelitian ini digambarkan pada gambar 3. Pada gambar tersebut menjelaskan keterkaitan antara tahapan yang harus dikerjakan oleh peneliti dengan dasar metodologi yang dipilih oleh peneliti.



Gambar 3. Kerangka Pelaksanaan Penelitian

Hasil yang didapat pada makalah ini terbagi dalam tiga luaran yaitu:

1. Hasil pengumpulan dan observasi pengelolaan pintu air (existing condition),
2. Pengembangan sistem baik pada aspek perangkat keras dan lunak,
3. Roadmap pengembangan sistem.

HASIL

Hasil Pengumpulan Data dan Observasi Pengelolaan Pintu Air (Existing Condition)

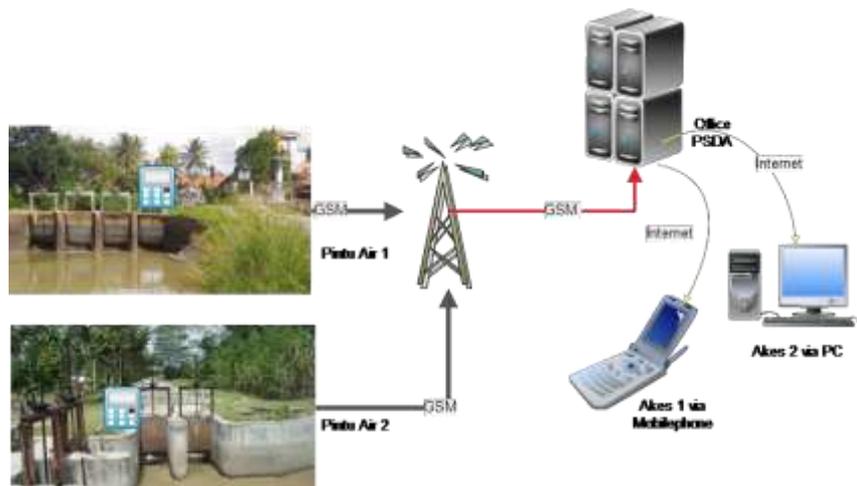
Identifikasi dan dasar permasalahan adalah dengan mengamati kondisi sistem yang berjalan saat ini secara keseluruhan baik dari faktor internal maupun eksternal, kemudian mengamati satu permasalahan yang belum diselesaikan yaitu proses dalam memantau ketinggian air. Sistem pengambilan data ketinggian air tersebut pada awalnya dilakukan dengan cara manual, di mana seorang petugas pintu air harus berjalan ke tempat pengukuran air dan kembali ke pos pengamatan bendungan kemudian mencatat dan menginformasikan data tersebut ke kantor pusat PSDA dan ke pos pengamatan pintu air menggunakan radio HT dan telepon. Sistem yang ada saat ini memiliki banyak kelemahan terutama pada aspek waktu dan tingkat kesalahan yang tinggi.

Tabel 2. Hasil Observasi Lapangan

No	Proses	Waktu
1.	Pemantauan ketinggian permukaan air	30 menit
2.	Mencatat pada file spreadsheet (excell)	15 menit
3.	Pembuatan laporan harian, mingguan, dan bulanan	20 menit
	Total Waktu	55 menit

Pengembangan dan Pengujian Sistem

Pada sistem pengukuran ketinggian air ini menggunakan beberapa komponen *hardware* dan *software* diantaranya yaitu: sensor ultrasonik yang berfungsi sebagai media pembaca ketinggian air pada pintu air. Data ketinggian air pada bendungan akan diproses pada *low cost arduino*. Data ketinggian air akan dikirimkan lewat format SMS menggunakan modul SMS Gateway. dengan format PDU. SMS yang dikirim akan diteruskan menggunakan operator GSM yang tersedia di lokasi. Data SMS yang telah terkirim oleh *ICoSat* akan segera diterima lewat *modem wavecom* yang telah terlebih dahulu dalam kondisi idle. Oleh operator data berupa SMS akan dibaca terlebih dahulu dan seterusnya akan disimpan dalam tabel ketinggian air bulanan menggunakan unit pemrosesan. Proses ini secara singkat digambarkan pada blok diagram sistem berikut (Gambar 4).



Gambar 4. Desain Sistem Perangkat Keras

Berikut adalah tampilan mockup pada aspek perangkat lunak



Gambar 5. Mockup Perangkat Lunak

Pengujian Sistem

Pengujian sistem ini dilakukan dengan pengambilan input data sistem monitoring pada tanggal 4 Juli 2017 dengan 10 kali pengamatan data di hari yang sama pada waktu yang berbeda, dari pukul 08.00 sampai jam 17.00 WIB. Kemudian data tersebut dibandingkan dengan hasil pengukuran manual, apakah telah sesuai dengan hasil pengukuran melalui perangkat, atau berbeda dan berapa tingkat perbedaannya. Berikut tabel perbandingan pengujian data input dengan data yang hasil perhitungan manual.

Tabel 3. Tabel Perbandingan Sistem dan Perhitungan Manual

No	Waktu Pengukuran	Hasil Sistem	Hasil Observasi Manual
1.	Pukul 08.00 WIB	31 cm	31 cm
2.	Pukul 09.00 WIB	30 cm	30 cm
3.	Pukul 10.00 WIB	30 cm	30 cm
4.	Pukul 11.00 WIB	31,5 cm	31 cm
5.	Pukul 12.00 WIB	30 cm	30 cm
6.	Pukul 13.00 WIB	29,5 cm	29 cm
7.	Pukul 14.00 WIB	30,5 cm	30 cm
8.	Pukul 15.00 WIB	31 cm	31 cm
9.	Pukul 16.00 WIB	30,5 cm	30 cm
10.	Pukul 17.00 WIB	30 cm	30 cm

Berdasarkan hasil pengukuran dan perbandingan tersebut didapatkan nilai rata-rata galat berupa 0,65% dari keseluruhan hasil pengamatan. Hasil tersebut disajikan juga kedalam bentuk grafik



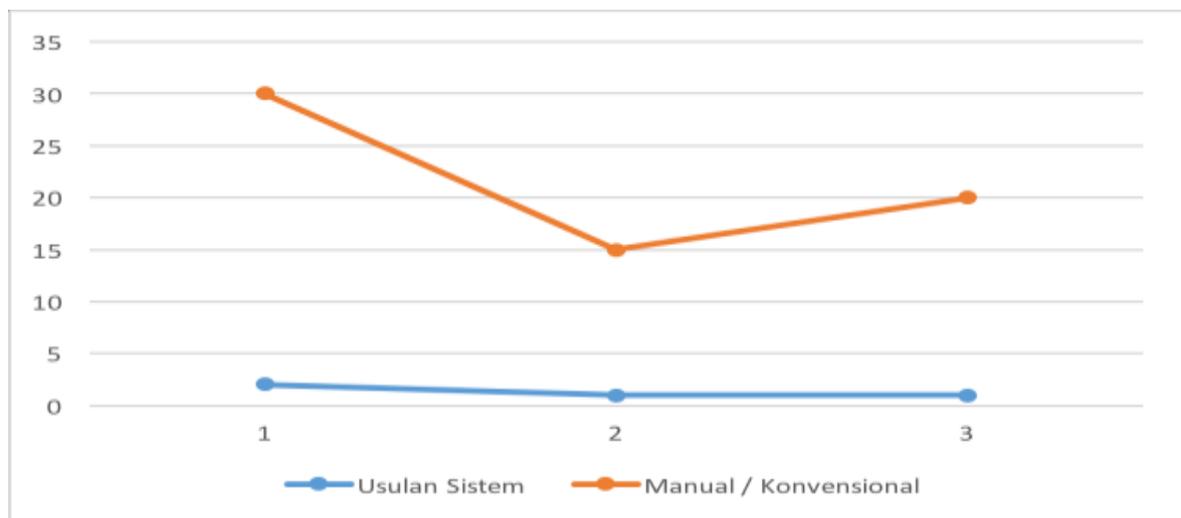
Gambar 6. Perbandingan Hasil Pengukuran Sistem dan Observasi Manual.

Selain mengkaji dari hasil perbandingan antar metode, peneliti juga melakukan perbandingan waktu pemrosesan ketika penggunaan sistem dan metode konvensional. Hasil perbandingan tersebut disajikan pada tabel 3 berikut.

Tabel 4. Perbandingan Hasil Observasi Lapangan dan Pengukuran Sistem

No	Proses	Waktu Sistem	Dengan Waktu Konvensional
1.	Pemantauan ketinggian permukaan air	2 menit	30 menit
2.	Mencatat pada file spreadsheet (excel)	1 menit	15 menit
3.	Pembuatan laporan harian, mingguan, dan bulanan	1 menit	20 menit
Total Waktu		4 menit	55 menit

Berdasarkan hasil perbandingan tersebut didapatkan nilai efisiensi pemrosesan waktu sebesar 51 menit atau sekitar 92,7%



Gambar 7. Perbandingan Waktu Pengolahan

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada tahapan ini telah dihasilkan purwarupa *low cost devices* alat pengukur ketinggian debit air sungai. Alat ini mampu memiliki galat sebesar 0,65% dan menurunkan waktu pengolahan sebesar 92,7% dibandingkan pengolahan data secara konvensional. Perangkat yang dibangun masih membutuhkan pengembangan lebih lanjut terutama pada pengelolaan *multinode sensor*. Tahapan selanjutnya adalah mencari pembobotan ketinggian air pada sensor yang ditempatkan pada banyak pintu air atau titik pengamatan dalam meminimalisir bencana banjir

DAFTAR PUSTAKA

Cole, R., Puro, S., Rossi, M., & Sein, M. K. (2005). *Being Proactive: Where Action Research meets Design Research*. Finland: Helsinki School of Economics.

Arvindan, A. N., & Keerthika, D. (2016, March). Experimental investigation of remote control via

Android smart phone of arduino-based automated irrigation system using moisture sensor. *2016 3rd International Conference on Electrical Energy Systems (ICEES)*, (pp. 168-175). doi:10.1109/ICEES.2016.7510636

Gangopadhyay, S., & Mondal, M. K. (2016, Jan). A wireless framework for environmental monitoring and instant response alert. *2016 International Conference on Microelectronics, Computing and Communications (MicroCom)*, (pp. 1-6). doi:10.1109/MicroCom.2016.7522535

Gunawan, T. S., Kartiwi, M., Suhaimi, N. H., & Bakar, R. A. (2013, Dec). Development of Portable

Charger for Mobile Phone Using Arduino Microcontroller during Disaster Recovery. *2013 International Conference on Advanced Computer Science Applications and Technologies*, (pp. 218-222). doi:10.1109/ACSAT.2013.50

Intharasombat, O., & Khoenkaw, P. (2015, Oct). A low-cost flash flood monitoring system. *2015*

7th International Conference on Information Technology and Electrical Engineerin (ICITEE), (pp. 476-479). doi:10.1109/ICITEED.2015.7408993

Islam, M. A., Islam, T., Syrus, M. A., & Ahmed, N. (2014, May). Implementation of flash flood monitoring system based on wireless sensor network in Bangladesh. *2014 International Conference on Informatics, Electronics Vision (ICIEV)*, (pp. 1-6). doi:10.1109/ICIEV.2014.6850752

Lapan. (2012, Juni 1). <http://repository.lapan.go.id/repository/1713-1741-1-SM.pdf>. Retrieved from

Repository Lapan: <http://repository.lapan.go.id/repository/1713-1741-1-SM.pdf>

UNISDR. (n.d.). <https://www.unisdr.org/we/inform/disaster-statistics>. Retrieved from <https://www.unisdr.org/we/inform/disaster-statistics>: UNISDR