

ANALISIS KINERJA SENSOR WATER LEVEL - PRESSURE TRANSDUCER (STUDI KASUS AUTOMATIC WEATHER SYSTEM DI PELABUHAN MERAK)

Tiven Sandro¹, Hairatunnisa², Maulana Putra³

*Pusat Instrumentasi, Kalibrasi dan Rekayasa, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika,
Jl. Angkasa I No.2, Kemayoran, Jakarta, 17221, Indonesia*

E-mail: ¹tivensandro@gmail.com, ²hairatunnisa@bmet.go.id, ³maulanaputrassi@gmail.com

ABSTRACT

Water level measurement is one of the most important weather measurement parameters in Indonesia considering that Indonesia is dominated by water areas. Water level measurement is intended as early warning data to prevent losses caused by disasters such as tsunamis or high tides. In conducting water level measurement there are several types of sensors used, one of which is pressure type sensor. In this study, water level pressure transducer sensor used CS451 type whose working principle is to compare the pressure in the water with air pressure as a reference and calculate the difference between the two pressures. The difference obtained is then converted into distance. The method used in this research consists of two stages, namely the design of tool systems and performance evaluation tools. Measurements taken on December 16, 2019 – January 31, 2020 show good data where the data forms a sinusoidal graph with an average data of 1,466 m, a maximum data value of 2,066 m and a minimum data value of 0.821 m. However, water level sensors have problems that cause the resulting measurements to be not good. This is caused by marine biota which is a teritip type that covers the water level sensor and the rate of corrosion in the sensor that causes damage to the sensor. The solution is to perform installation and maintenance better, in addition, anti-fouling paint can also be used as a solution.

Keywords: water level, sensor, CS451, sea, teritip

ABSTRAK

Pengukuran tinggi muka air laut (*water level*) merupakan salah satu pengukuran parameter cuaca yang sangat penting di Indonesia mengingat wilayah Indonesia didominasi wilayah perairan. Pengukuran *water level* dimaksudkan sebagai data peringatan dini untuk mencegah kerugian yang ditimbulkan dari bencana seperti *tsunami* ataupun pasang gelombang yang tinggi. Dalam melakukan pengukuran *water level* terdapat beberapa jenis sensor yang digunakan, salah satunya adalah sensor dengan tipe *pressure* atau tekanan. Pada penelitian ini digunakan sensor *water level pressure transducer* tipe CS451 yang prinsip kerjanya adalah dengan membandingkan tekanan yang ada di dalam air dengan tekanan udara sebagai referensi dan menghitung selisih antara kedua tekanan tersebut. Selisih yang didapatkan kemudian di konversikan menjadi jarak. Metode yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua tahapan yaitu perancangan sistem alat dan evaluasi kinerja alat. Pengukuran yang dilakukan pada tanggal 16 Desember 2019 – 31 Januari 2020 menunjukkan data yang baik dimana data tersebut membentuk grafik sinusoidal dengan data rata-rata 1.466 m, nilai data maksimum 2.066 m dan nilai data minimum 0.821 m. Namun sensor *water level* mengalami permasalahan yang menyebabkan pengukuran yang dihasilkan menjadi tidak baik. Hal ini disebabkan salah satunya biota laut yaitu teritip yang menutupi sensor *water level* dan laju korosi pada sensor yang menyebabkan kerusakan pada sensor. Solusi yang harus dilakukan adalah dengan melakukan instalasi dan pemeliharaan dengan lebih baik, selain itu menggunakan cat *anti-fouling* agar kedepannya permasalahan yang sama tidak terulang kembali.

Kata kunci: water level, sensor, CS451, laut, teritip

1. PENDAHULUAN

Beberapa proses alam yang terjadi dalam waktu yang bersamaan membentuk variasi muka air laut. Proses alam tersebut meliputi *tsunami*, gelombang badai (*storm surge*), kenaikan muka air karena gelombang (*wave set-up*), kenaikan muka air karena perubahan suhu global, dan pasang surut [1].

Pengukuran tinggi muka air laut (*water level*) merupakan salah satu pengukuran parameter cuaca yang sangat penting di Indonesia mengingat wilayah Indonesia didominasi wilayah perairan. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika sebagai lembaga pemerintah yang salah satu tugasnya adalah melakukan pengamatan di bidang meteorologi, bertugas untuk memberikan informasi rutin mengenai prakiraan tinggi gelombang laut [2]. Informasi prakiraan tinggi gelombang laut ini dibuat dengan memanfaatkan data pengukuran tinggi muka air laut.

Dalam melakukan pengukuran *water level* terdapat beberapa jenis sensor yang dapat digunakan baik konvensional maupun digital, seperti palem, sensor *water level* tipe ultrasonik, tipe akustik dan tipe *pressure*. Masing-masing sensor tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan. BMKG sebelumnya melakukan pengukuran tinggi muka air laut menggunakan sensor dengan tipe ultrasonik. Dalam penggunaan sensor tersebut, ditemukan beberapa masalah yang menyebabkan pengukuran kurang optimal seperti membran ultrasonik yang mengalami karat akibat pengkaraman oleh air laut dan menyebabkan pengukuran data ketinggian muka air laut tidak akurat.

Sensor *water level* tipe tekanan digunakan untuk meningkatkan akurasi pengukuran tinggi muka air laut, karena pengukuran yang dilakukan oleh sensor tipe tekanan atau *pressure* berdasarkan massa air laut, sehingga hasil yang didapatkan akan lebih akurat. Berbeda dengan sensor ultrasonik yang menembakkan gelombang ultrasonik ke permukaan laut yang memungkinkan adanya *noise* atau gangguan pada pengukuran.



Gambar 1. Permasalahan pada Sensor Ultrasonik

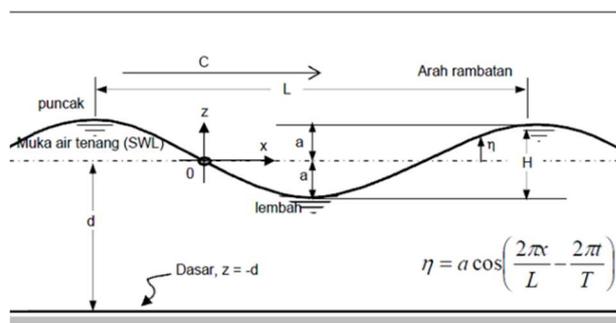
Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh E. Yuliza, dkk menggunakan sensor *water level* tipe *pressure transducer* yang terpasang pada mikrokontroler ATmega16 hasil penelitian menunjukkan adanya korelasi linier antara ketinggian air dan keluaran sensor sehingga disimpulkan bahwa tipe sensor ini memiliki akurasi yang tinggi, sensitif terhadap perubahan ketinggian serta linier dan stabil [3]. Pada penelitian ini penulis menggunakan sensor *water level* tipe *pressure* atau tekanan yang terpasang pada *Automatic Weather System* di Pelabuhan Merak. Metode yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua tahapan yaitu perancangan sistem dan evaluasi kinerja alat.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Gelombang Laut

Gelombang laut merupakan pergerakan naik dan turunnya air laut dengan arah tegak lurus permukaan air laut yang membentuk kurva sinusoidal. Terdapat beberapa penyebab terjadinya gelombang laut antara lain angin, gempa bumi, aktivitas gravitasi bulan dan matahari, serta kedalaman dasar laut. Ukuran gelombang laut bervariasi mulai dari riak dengan ketinggian beberapa centimeter sampai pada gelombang badai yang dapat mencapai ketinggian 30 meter.

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2, gelombang laut terdiri dari puncak gelombang, lembah gelombang, panjang gelombang, tinggi gelombang, dan periode gelombang. Puncak gelombang (*crest*) adalah titik tertinggi dari sebuah gelombang. Lembah gelombang (*trough*) adalah titik terendah gelombang, diantara dua puncak gelombang. Panjang gelombang (*wave length*) adalah jarak mendatar antara dua puncak gelombang atau antara dua lembah gelombang. Tinggi gelombang (*wave height*) adalah jarak tegak antara puncak dan lembah gelombang. Periode gelombang (*wave period*) adalah waktu yang diperlukan oleh dua puncak gelombang yang berurutan untuk melalui satu titik.



Gambar 2. Parameter Gelombang

Analisis Kinerja Sensor Water Level – Pressure Transducer

Gelombang yang bergerak mendekati pantai dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu gelombang laut dalam dan permukaan. Gelombang laut dalam adalah gelombang yang dibentuk dan dibangun dari bawah ke permukaan. Sedangkan gelombang permukaan merupakan gelombang yang terjadi antara batas dua media seperti batas air dan udara [4].

2.2 Sensor Water level Pressure Transducer

Sensor *water level* jenis transduser tekanan memanfaatkan teknologi *strain gage piezoresistive* untuk mengukur ketinggian air. Transduser piezoresistif termasuk *strain gage* terhubung pada diafragma yang sensitif terhadap tekanan. Nilai resistansi berubah seiring dengan perubahan tekanan pada diafragma. Penelitian ini menggunakan sensor tipe CS451 yang diproduksi oleh Instrumentation Northwest yang dikonfigurasi dengan Campbell Scientific dataloggers. Sensor CS451 selain dapat mengukur ketinggian atau level air juga dapat mengukur suhu air, tetapi pada penelitian ini dibatasi untuk analisis data ketinggian air saja.



Gambar 3. Sensor *Water level* Tipe CS451

2.3 Data Logger

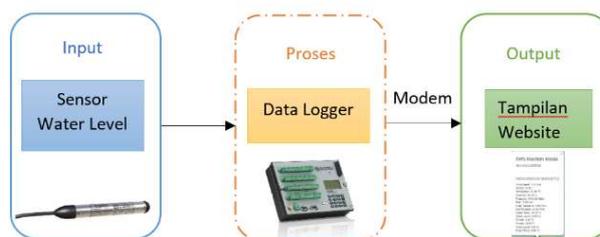
Proses akuisisi data merupakan proses yang sangat penting dalam pengukuran suatu parameter. Pengukuran ketinggian muka air laut dengan menggunakan sensor *water level* jenis *pressure transducer* menggunakan *data logger* untuk proses akuisisi dan pengolahan datanya agar dapat dianalisis dan ditampilkan pada *display monitoring*. Data yang terukur oleh sensor juga dapat disimpan pada memori internal *data logger* sehingga data pengamatan dapat diunduh secara langsung jika komunikasi antara PC dan *data logger* mengalami gangguan.



Gambar 4. *Data Logger*

2.3 Desain Sistem

Sistem yang akan dirancang terdiri dari 3 (tiga) bagian yaitu input, proses, dan output. Bagian input merupakan sensor *water level* yang akan diuji dalam penelitian ini. Bagian proses terdiri oleh pemrosesan dan pengolahan data. Terdapat sebuah *data logger* sebagai pusat pemrosesan data yang diterima dari input. Output merupakan hasil data yang sudah diproses dari sistem pemrosesan dan pengolahan, yang ditampilkan dalam sebuah *website*. Gambar 5 menunjukkan alur diagram perancangan sistem sensor *water level*.



Gambar 5. Diagram Perancangan Sistem Sensor *Water level*

Sensor *water level* CS451 dipasang pada lokasi yang sesuai, dimana sensor dapat menjangkau air laut. Penempatan sensor diletakan pada pinggir dermaga untuk menentukan ketinggian gelombang air laut daerah tersebut. Sensor dipasang pada kedalaman surut tersurut sehingga data yang dihasilkan dapat mewakili tinggi gelombang terendah.



Gambar 6. Skematik Pemasangan Sensor *Water level*

Data yang diterima oleh sensor kemudian dikirim pada bagian pemrosesan dan pengolahan yaitu *data logger*. Pengiriman data dilakukan secara serial, dikarenakan sensor terhubung pada pin *Serial Digital Interface at 1200 baud* atau

Analisis Kinerja Sensor Water Level – Pressure Transduser

SDI-12, dimana protokol komunikasi yang dilakukan berupa pengiriman data serial. Data yang sudah tersimpan pada *data logger* selanjutnya akan diproses sehingga menjadi informasi yang dapat diketahui. Data yang terproses kemudian dikirimkan ke sebuah *server* yang sudah disediakan melalui modem Sierra FXT009 yang menggunakan sinyal GPRS. *Server* akan melakukan penyimpanan data dan data tersebut akan ditampilkan pada sebuah *interface* berbasis *website browser*.



Gambar 7. Pemasangan Sensor *Water level*

Spesifikasi komponen dan alat yang digunakan dalam desain penelitian ini adalah sebagai berikut

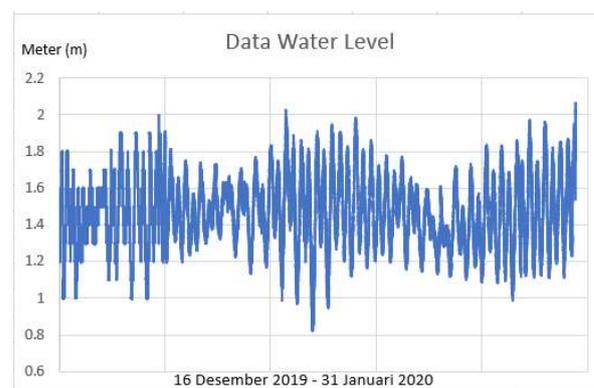
- a. Sensor *water level* CS451 [5]
 - Tegangan kerja : 5 VDC – 18 VC
 - Output : SDI-12
 - Bahan : Stainless steel
 - Rentang Pengukuran : 0-100 m
 - Temperatur kerja : 0-60 °C
 - Akurasi : $\pm 0.1 \%$
- b. *Data Logger* CR3000
 - Temperatur kerja : -25°C sampai +50°C
 - Tegangan Input : 5 VDC
 - ADC : 16 bit
 - Tegangan Kerja : 10-16 VDC
- c. Modem *Sierra* FXT009
 - Komunikasi : RS 232, USB 2.0
 - Frekuensi GSM : 850, 900, 1800, 1900
 - Protokol Jaringan : GSM, GPRS, EDGE

Sebelum proses instalasi, sensor *water level* diperiksa di Laboratorium Kalibrasi BMKG. Hasil pemeriksaan menunjukkan sensor *water level* laik operasional. Sensor *water level* diinstalasi pada tanggal 15 Desember 2019.

3.HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem yang sudah dirancang dilakukan pengujian selama kurang lebih 2 (satu) bulan semenjak sistem dioperasikan. Dilakukan *monitoring* setiap hari untuk mengetahui bagaimana keluaran data sensor *water level* selama sistem dioperasikan.

Hasil *monitoring* keluaran data pada tanggal 16 Desember 2019 sampai dengan 31 Januari 2020 menunjukkan bahwa sensor bekerja dengan baik dengan nilai data rata-rata 1.466 m, nilai data maksimum 2.066 m dan nilai data minimum 0.821 m.



Gambar 8. Data sensor *water level* tanggal 16 Desember 2019 sampai dengan 31 Januari 2020

Hasil pengamatan yang sesuai Gambar 8 menunjukkan grafik gelombang sinusoidal. Data yang dihasilkan baik selama periode tersebut. Namun, pada akhir Januari sensor *water level* mulai mengalami permasalahan dimana data yang dikeluarkan sensor menunjukkan nilai minus dan tidak beraturan.

Dari hasil *monitoring* tersebut dilakukan pemeliharaan korektif. Hasil pemeliharaan korektif ditemukan bahwa beberapa penyebab yang mengakibatkan kerusakan pada sensor *water level*. Penyebab utama sensor *water level* tidak dapat mengukur dengan baik adalah adanya biota laut yaitu teritip atau karang yang menutupi keseluruhan sensor. Hal ini menyebabkan tidak adanya air yang masuk kedalam sensor *water level*. Bahwa hampir semua benda-benda yang terendam di bawah laut, terutama di perairan pantai, dikotori oleh biota laut yang hidup menempel [6].

Teritip seperti kebanyakan biota penempel lainnya adalah hermaphrodit dan daur hidupnya terbagi dalam dua stadia yakni stadium larva berenang bebas dan stadium penempel. Tempat hidup larva cypris pada benda-benda bawah laut dipengaruhi oleh banyak faktor lingkungan diantaranya adalah cahaya, kekeruhan, arus serta sifat fisik dan kimiawi dari substrat [7].



Gambar 9. Kerusakan Sensor *Water level* yang diperiksa pada tanggal 27 April 2020

Selain penyebab utama yang telah dijelaskan sebelumnya, ada beberapa hal yang juga menjadi penyebab permasalahan sensor *water level* yang terpasang yaitu :

- Kondisi selang yang tertekuk dalam *enclosure* menyebabkan data yang dikirim dari sensor menuju ke *data logger* mengalami permasalahan.
- Korosi yang disebabkan salinitas air laut menyebabkan kerusakan pada sensor *water level*. Untuk ukuran perairan di dunia, secara umum dapat disimpulkan jika semakin besar kadar salinitas air laut semakin besar pula laju korosinya, setiap penambahan salinitas sebesar 3‰ maka laju korosi rata-rata bertambah sebesar 0,0415 mmpy [8]. Pelabuhan Merak yang termasuk dalam daerah Selat Sunda, berdasarkan data hasil pengukuran salinitas *in situ* dan data referensi menunjukkan nilai salinitas permukaan Selat Sunda berkisar antara 31,0-33,7‰ dan berfluktuasi menurut musim.[9]
- Kondisi lingkungan dalam laut seperti lumpur harus diperhatikan, dimana sensor tidak boleh sampai tertutupi lumpur.

Dari analisa permasalahan diatas, harus dilakukan optimalisasi agar kedepannya masalah ini tidak terulangi. Langkah untuk optimalisasi adalah berupa perbaikan sistem instalasinya dan melakukan pemeliharaan secara rutin. Adapun cara-cara yang dapat dilakukan untuk menghindari permasalahan tersebut adalah:

- Dalam proses instalasi, perlu dipastikan dengan baik terkait pemasangan sensor. Sensor tidak dimasukkan terlalu dalam ke air sehingga tidak menyentuh bagian bawah laut dan tertutupi lumpur.
- Memasukan sensor *water level* dengan diameter dan rongga yang sesuai sehingga

tidak akan ada ruang yang tersisa untuk tumbuhnya biota laut. Pastikan air tetap dapat bisa masuk kedalam pipa tersebut.

- Menggunakan cat sebagai *anti fouling* untuk mencegah karang atau tritip yang menempel dan sebagai laju pencegahan korosi yang terjadi pada sensor [10].
- Kabel sensor *water level* diatur dengan baik agar tidak menekuk dan mengganggu pengiriman data sensor ke *data logger*.
- Melakukan pemeliharaan berkala setidaknya 1 bulan sekali untuk memastikan sensor *water level* tidak kembali ditutupi oleh teritip.

4. KESIMPULAN

Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah bahwa sensor *water level* yang terpasang saat ini dengan tipe tekanan CS451 belum berjalan dengan optimal atau baik. Hal ini dapat terlihat bahwa sensor mengalami kerusakan hanya dalam waktu yang cukup singkat sehingga dibutuhkan optimalisasi baik dalam pemasangan sensor dan pemeliharaan sensor. Faktor utama yang menyebabkan hal ini terjadi adalah faktor lingkungan terutama biota laut yaitu teritip yang menyebabkan sensor *water level* mengalami kerusakan. Dengan menerapkan solusi yang sudah diberikan, diharapkan kedepannya dalam pemasangan sensor *water level* tipe tekanan CS451 tidak terulang kesalahan yang sama dan sensor dapat berfungsi dengan maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahmad Refi & Agung Rahma Yati. 2016. Analisis Perubahan Tinggi Muka Laut Rata-rata atau *Mean Sea Level (MSL)* di Muara Batang Kuranji Kec. Nanggalo, Kota Padang. *Jurnal Teknik Sipil ITP* Vol. 3 No.1 Januari 2016.
- [2] Pemerintah Indonesia. 2009. Undang-Undang No.31 Tahun 2009 yang Mengatur Tentang Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. Lembaran RI Tahun 2009 No.139. Jakarta : Sekretariat Negara.
- [3] E. Yuliza, dkk. 2016. Characterization Of a Water Level Measurement System Developed Using a Commercial Submersible Pressure Transducer. *International Conference on Instrumentation, Control, and Automation* Agustus 2016.
- [4] Okol Sri Suharyo. 2018. Rancang Bangun Alat Pengukur Gelombang Permukaan Laut Presisi Tinggi (A Prototype Design). *Technology and Computing Science Journal*, Vol. 1, No. 1, June 2018

Analisis Kinerja Sensor Water Level – Pressure Transduser

- [5] Campbell Scientific CS451/CS456 Submersible Pressure Transducer (2019)
- [6] M. Awaluddin Fajri, dkk. 2011. Laju Penempelan Teritip pada Media dan Habitat yang Berbeda di Perairan Kalianda Lampung Selatan. Maspari Journal 03 P. 63-68.
- [7] Romimohtarto. K.. 1977. Beberapa Catatan Tentang Teritip (*Balanus spp*) sebagai Binatang Pengotor di Laut. Oseanologi 7 : 25-42.
- [8] M.K Satria Nova dan M. Nurul Misbah. 2012. Analisis Pengaruh Salinitas dan Suhu Air Laut