

Perancangan Alat Ukur Tinggi Gelombang Skala Lab

Miftah¹, Mochammad Nasir¹, Rony Witjaksono¹

Abstrak

Pada pengujian Hidrodinamika di MOB UPT BPPH sering sekali menggunakan spectrum gelombang. Salah satunya adalah pengujian Proyek INPEX dimana sebelum dilakukan pengujian terlebih dahulu dilakukan pembuatan spectrum gelombang yang akan digunakan pada saat pengujian berlangsung. Pada kegiatan pembuatan spectrum diperlukan alat ukur / sensor tinggi gelombang yang biasa disebut WHS (Wave High Sensor). Type WHS yang sering digunakan di UPT BPPH adalah WHS type resistance dimana perubahan ketinggian air sebanding dengan konduktifitas dari wave probe. Untuk mendapatkan nilai output dari sensor WHS tersebut dibutuhkan sebuah rangkaian pengondisi sinyal yang sering disebut dengan Pre-Amplifier, dimana komponen utama Pre Amplifier ini adalah rangkaian Sine Wave Oscillator. Pada saat ini di MOB telah dilengkapi 1 set Pre Amplifier untuk WHS sensor, akan tetapi karena faktor waktu Pre Amplifier ini sering mengalami kerusakan. Dengan adanya perancangan Pre Amplifier ini diharapkan pembuatan spectrum gelombang bisa berjalan dengan lancar.

Kata kunci : Wave High Sensor, Spectrum Gelombang, Sine Wave Oscillator.

Abstract

On testing Hydrodynamics in MOB often use the wave spectrum. One of them is a test in which the INPEX project prior to the test in advance about the development of the wave spectrum that will be used during the test, the activity of making spectrum required gauge / sensor wave height commonly called WHS (Wave High Sensor). To obtain the output value of the sensor WHS needed a signal conditioning circuit which is often referred to as the Pre-Amplifier, Pre Amplifier which the main component is a series of Sine Wave oscillator. At this time in the MOB has completed 1 set Pre Amplifier for WHS sensor, because Pre Amplifier is often damaged. With the Pre Amplifier design is expected to manufacture the wave spectrum can proceed smoothly.

Keywords : Wave High Sensor, Wave Spectrum, Sine Wave Oscillator

PENDAHULUAN

Salah satu kegiatan di UPT BPP Hidrodinamika adalah pengujian model kapal atau bangunan lepas pantai. Pada pengujian tersebut sering kali menggunakan spectrum gelombang untuk simulasi gelombang yang akan digunakan dalam pengujian tersebut. Simulasi gelombang di kolam uji

dibangkitkan dengan cara menggunakan pembangkit gelombang. Pembangkit gelombang (wave maker) di MOB terdiri atas 202 wave flap yang digerakkan oleh actuator hidrolis dengan suplay tekanan dari Hidrolis Power Unit yang mana dapat diatur frekwensi maupun simpangannya melalui sebuah komputer. Untuk membangkitkan gelombang irreguler 0° (following

1. UPT BPPH-BPPT, Surabaya

seas) dan 180° (head seas), maka flap-flap melintang kolam diatur dengan stroke tetap dan perubahan fase yang konstan pada masing-masing flap sesuai dengan tabel fungsi periode puncak gelombang irreguler yang ingin dihasilkan. Untuk membuat simulasi spectrum gelombang skala lab dibutuhkan alat ukur ketinggian gelombang yang akan merubah besaran tinggi air ke besaran listrik yang setara.

Untuk menghasilkan tegangan output dari sebuah wave probe maka diperlukan sebuah rangkaian Pre Amplifier. Pada sensor WHS di MOB UPT BPPH sudah dilengkapi dengan sebuah Pre-Amp, akan tetapi Pre Amplifier ini sering mengalami masalah, sehingga sering kali menghambat proses kegiatan pengujian di MOB.

SENSOR TINGGI GELOMBANG

Sensor tinggi gelombang merupakan sebuah transducer pasif untuk mengukur ketinggian air, karena transducer pasif maka sensor ini membutuhkan sebuah power supply untuk dapat menghasilkan sinyal output yang dihasilkan. ada beberapa macam alat ukur tinggi gelombang, namun kalau diklasifikasikan ada 3 jenis alat ukur tinggi gelombang tersebut, yaitu :

- Resistance type wave high meter.
- Special type wave high meter.
- Pressure Transducer.

Resistance Type Wave High Meter

Pada prinsipnya Resistance type Wave high sensor ini terdiri dari sebuah kapasitor berupa sebuah frame streamline berbentuk huruf C sebagai pemegang dan dua buah wire khusus yang sejajar pada jarak regangan tertentu, sehingga berbentuk sebuah transducer. Konduktivitas (S) dari kedua kawat dengan air disekelilingnya sebanding dengan bagian kawat yang terendam dalam air, jika tinggi gelombang disambungkan ke sebuah titik konstan, konduktivitasnya sebanding dengan tinggi gelombang (H). Untuk menghindari efek polarisasi alat ini dihubungkan dengan sebuah power supply AC (U). Jika tegangan supply mempunyai nilai konstan maka arus (I) yang melalui transducer akan sebanding dengan tinggi gelombang, yang dapat diformulakan :

$$I = U \times S$$

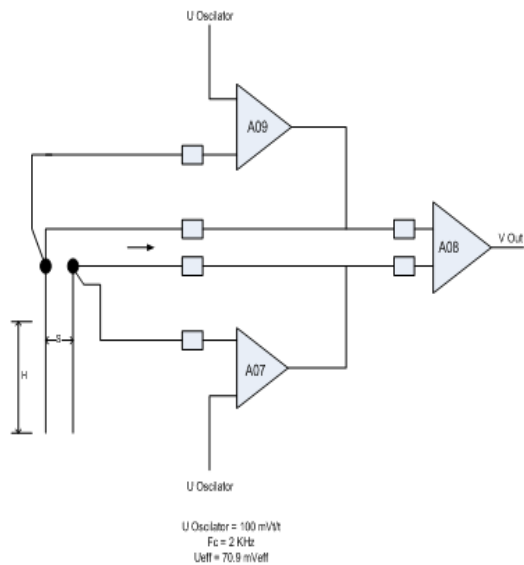
Dengan mengukur arus ini dalam sebuah rangkaian elektronika dan dengan menggalikannya dengan sebuah faktor kalibrasi (C1) yang sudah didapatkan

dari data kalibrasi, maka tinggi gelombang dapat diukur / diketahui dengan menggunakan rumus :

$$I = C1 \times U \times H$$

$$H = \frac{I}{C1 \times U}$$

Karena H sebanding dengan konductivitas (S), sehingga H sebanding pula dengan arus (I) yang mengalir pada rangkaian. Untuk lebih jelasnya dapat diperhatikan prinsip dari wave high sensor type resistance pada gambar 1.



Gbr. 1 Prinsip Wave High Sensor Type Resistance

Tegangan sensor 70,9 mVeff dari Oscilator 200 mVeff pada frekuensi cut-off 2 KHz. Konduktivitas dari electrode diekspresikan dalam siemens, dengan asumsi :

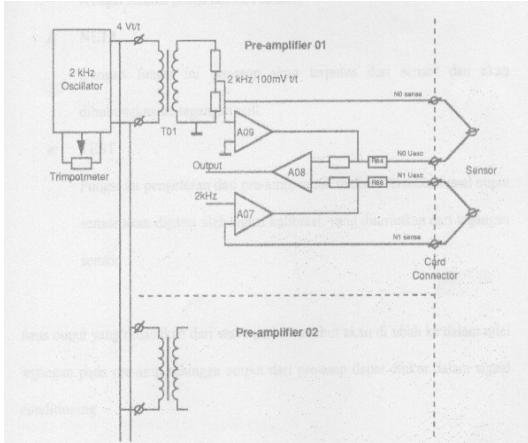
$$1 \text{ m Siemens} = 1 \text{ Volt t/t} = 10 \text{ mV} = 1 \text{ mm}$$

(dari Elektrode)

Bila panjang elektrode 800 mm, maka tegangan output yang diperoleh adalah :

$$8 \text{ Volt t/t} = \Delta 8 \text{ m Siemens}$$

Wave high sensor type ini diberi power dari Pre-Amp, oleh karena itu oscilator 2 KHz harus dipasang pada sistem pengukuran ini, semua pre-amp di supply dengan sebuah transformer yang akan membawa sebuah pemisahan secara galvanis dari power tegangan sensor, perhatikan gambar 2.



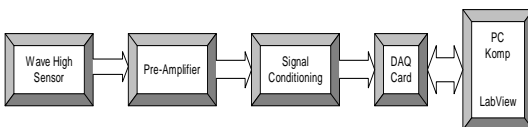
Gbr. 2 Sistem Power Supply Wave High Sensor

PERANCANGAN SENSOR

Pada Perancangan alat ukur tinggi gelombang ini akan digunakan sensor jenis Resistance type wave high sensor, pemilihan jenis sensor ini didasarkan pada pertimbangan :

- ☑ Mudah dalam pembuatannya.
- ☑ Kapasitasnya mudah disesuaikan dengan kebutuhan pengujian.
- ☑ Harganya relatif paling murah, karena hanya membutuhkan wire.
- ☑ Kompatibel dengan sistem data akuisisi di MOB.

Dengan pertimbangan tersebut maka dipilih sensor tinggi gelombang dengan type Resistance dengan form berbentu huruf C.



Gbr. 3 Blok Diagram Sistem Pengukuran Tinggi Gelombang

Dari blok diagram diatas dapat dijelaskan cara kerja dari alat ukur Wave high sensor adalah sebagai berikut :

- ☑ WHS digunakan sebagai probe transducer yang akan mengubah energi (ketinggian gelombang) ke energi listrik.
- ☑ Pre-Amp digunakan untuk mensupply tegangan AC ke Wave probe karena WHS merupakan

jenis transducer pasif sehingga dibutuhkan sumber energi listrik, disamping itu Pre-amp ini yang berfungsi untuk mengkonfersi output dari WHS ke dalam signal tegangan DC, serta untuk membalance wave high sensor.

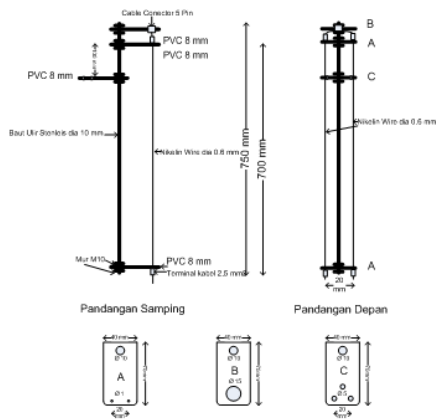
- ☑ Signal Conditioning, digunakan untuk pengkondisi signal output dari Pre-amp, yaitu untuk mengatur gain amplifiier serta Filter, Filter ini berguna untuk menghilangkan noise yang ikut masuk ke sistem pengukuran yang biasanya berfrekuensi tinggi, karena itu digunakan Low Pass Filter yang hanya meloloskan signal berfrekuensi rendah.
- ☑ DAQ Card merupakan komponen sistem data akuisisi dimana card ini berfungsi sebagai ADC maupun DAC yang bisa berkomunikasi dengan sistem komputer. Dengan DAQ card ini signal analog keluaran dari Signal Conditioning akan dirubah ke bentuk signal Digital sehingga datanya bisa di olah oleh komputer.
- ☑ PC Komputer digunakan untuk menjalankan sistem pengukuran / akuisisi data dimana dengan memanfaatkan software data akuisisi dari aplikasi software labview maka proses pengukuran, pengambilan dan penyimpanan data gelombang dapat dilakukan dengan cepat dan mudah.

PERANCANGAN WAVE PROBE

Perancangan frame wave probe ini menggunakan baut stainless diameter 10 mm dengan isolator untuk wire menggunakan plastik PVC dengan ketebalan 8 mm. Karena tinggi gelombang yang akan dibangkitkan berkisar 15 Cm , maka untuk perancangan frame ini menggunakan ukuran panjang 35 Cm, dengan jarak antara wire 2 Cm.

Setelah perancangan frame selesai maka tahap selanjutnya adalah pemasangan wire untuk sensor ke frame yang telah dibuat dimana untuk pemasangan wire ini harus benar-benar kencang dengan kekuatan yang sama antara wire satu dengan yang satunya lagi.

Setelah selesai pemasangan wire pada tahap berikutnya adalah pemasangan kabel dari wire ke Pre-Amp, untuk itu digunakan kabel dengan 4 wire yang disolder ke Wire secara paralel dan ujung satunya lagi ke conector yang menuju plug pada pre-amplifier. Hasil perancangan dari wave probe ini dapat dilihat pada gambar 4.

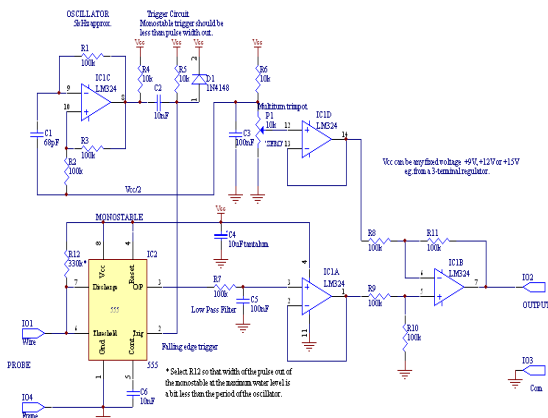


Gbr. 4 Hasil Perancangan Wave Probe pada Deck

PERANCANGAN SIGNAL CONDITIONING

Pre-Amp digunakan untuk mensupply tegangan AC ke Wave probe karena WHS merupakan jenis transducer pasif sehingga dibutuhkan sumber energi listrik, disamping itu Pre-amp ini yang berfungsi untuk mengkonversi output dari WHS ke dalam signal tegangan DC, serta untuk membalance wave high sensor.

WHS sensor di Kolam MOB sudah dilengkapi dengan Modul Pre Amplifier yang terdiri dari 8 chanel, sehingga modul ini dapat digunakan untuk sensor tinggi gelombang sebanyak 8 sensor. Karena Pre Amp ini sering trouble karena faktor umur peralatan, maka pada kesempatan ini dirancang sebuah rangkaian signal Conditioning Analog untuk WHS sensor tersebut. Hasil perancangannya dapat dilihat pada gambar 5.



Gbr. 5 Perancangan Rangkaian Pengondisi Sinyal

Output dari signal Conditioning ini adalah tegangan analog yang sebanding dengan level air (ketinggian air). Pada rangkaian diatas menggunakan monostabil dengan IC 555, dimana lebar pulsa output sebanding dengan water level. Konfigurasi C7 dan R5 merupakan rangkaian Low Pass Filter.

KALIBRASI ALAT UKUR

Setelah pembuatan alat ukur selesai maka untuk mendapatkan faktor kalibrasi dari Wave probe maka perlu dilakukan kalibrasi terhadap wave probe tersebut. Dimana kalibrasi yang dilakukan secara statis terhadap ke 5 jenis wave probe yang telah dibuat. Adapun langkah – langkah dalam kalibrasi adalah sebagai berikut :

- Pasang semua wave probe (WHS) pada sub Carriage MOB
- Hubungkan kabel wave probe ke Pre-Amplifier .
- Hubungkan kabel jumper dari Pre-Amp ke Signal Conditioning.
- Hubungkan kabel coaxial dari output Signal Conditioning ke Extension Box DAQ Card pada komputer PC.
- Nyalakan komputer Data akuisisi.
- Turunkan sub carriage sehingga separoh dari Wire Wave probe terendam dalam air kolam.
- Lakukan zero balancing pada alat ukur dengan menekan tombol BALA pada Pre-Amp.
- Setelah itu ukur dengan menggunakan LabView sekitar 10 detik.
- Setelah itu naikan frame dengan kelipatan nilai tertentu sampai sekitar 10 Cm dan lakukan pengukuran pada masing-masing tahapan.
- Demikian pula untuk posisi ke bawah dengan menurunkan frame secara bertahap sampai – 10 Cm.
- Setelah semua tahapan selesai dilakukan maka lakukan analisa data dari data yang terukur untuk mendapatkan faktor kalibrasi dari masing-masing wave probe yang telah dikalibrasi secara bersama-sama tersebut.

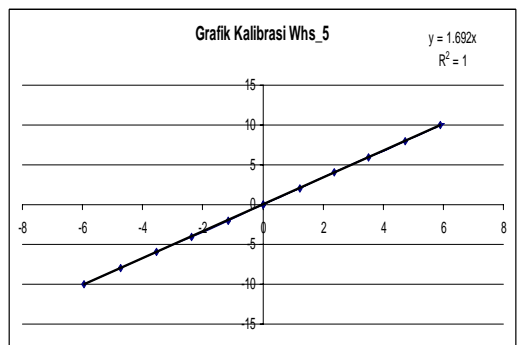
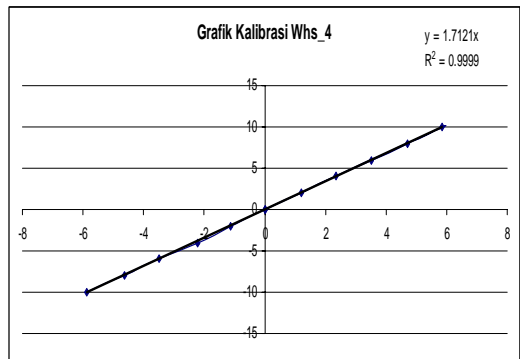
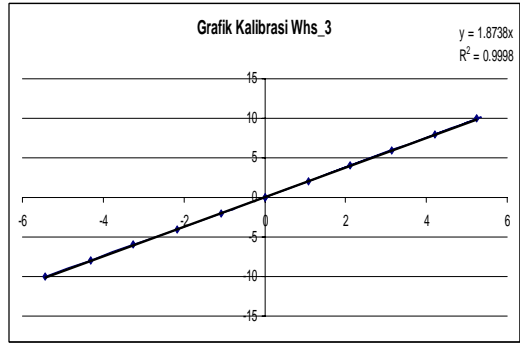
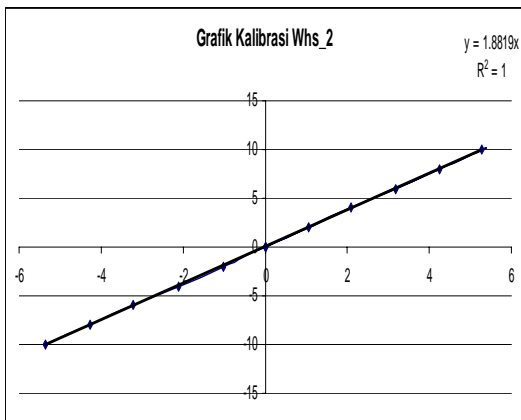
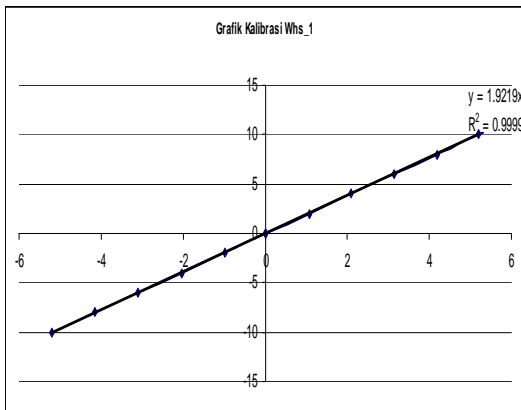
Tabel hasil pengukuran Wave Probe pada waktu kalibrasi dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Hasil Kalibrasi Wave Probe

Height (Cm)	V Out Wchs (Volt)				
	Wchs 1	Wchs 2	Wchs 3	Wchs 4	Wchs 5
0	0	0	0	0	0
2	1.07	1.06	1.07	1.2	1.22
4	2.1	2.1	2.11	2.35	2.37
6	3.14	3.18	3.15	3.51	3.52
8	4.2	4.25	4.22	4.7	4.72
10	5.2	5.28	5.24	5.85	5.89
0	0	0	0	0	0
-2	-0.99	-1.02	-1.08	-1.13	-1.15
-4	-2.04	-2.11	-2.17	-2.23	-2.37
-6	-3.1	-3.21	-3.25	-3.5	-3.55
-8	-4.15	-4.27	-4.31	-4.64	-4.72
-10	-5.2	-5.35	-5.43	-5.87	-5.95

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil data kalibrasi yang sudah diperoleh, kemudian dilakukan analisa regresi linier untuk mendapatkan nilai faktor kalibrasi dari masing-masing sensor tinggi gelombang yang telah dibuat. Gambar Grafik hasil analisa regresi dapat dilihat pada gbr. 7.



Gbr.7 Grafik Kalibrasi Wave High Meter

Setelah kegiatan kalibrasi alat ukur dilakukan, maka untuk memastikan bahwa alat ukur tersebut telah berfungsi dengan baik adalah dengan melakukan uji coba alat ukur tersebut, baik secara statis maupun secara dinamis. Pada cara statis wave probe kita masukan secara bersama-sama ke dalam air kolam dengan kedalaman yang bervariasi secara acak dan kita lakukan penandaan pada setiap kedalaman air. Sedangkan untuk pengujian secara dinamis wave probe dipasang pada kolam MOB.

KESIMPULAN

Dari pembahasan yang telah disampaikan pada sebelumnya dan berdasarkan hasil dari Kalibrasi dan Uji Coba alat ukur dapat disimpulkan sebagai berikut :

- ☑ Masing-masing Wave High Meter berfungsi dengan baik dengan faktor kalibrasi sebagai berikut :
 - ☑ $WHS_1 = 1.9219$
 - ☑ $WHS_2 = 1.8819$
 - ☑ $WHS_3 = 1.8738$
 - ☑ $WHS_4 = 1.7121$
 - ☑ $WHS_5 = 1.692$.
- ☑ Untuk mendapatkan hasil yang optimal maka sebelum dilakukan pengukuran maka proses balancing alat ukur harus benar-benar dalam kondisi air yang tenang.
- ☑ Untuk mendapatkan nilai output dalam satuan Cm, maka faktor kalibrasi harus dimasukan pada software LabView.
- ☑ Bila terjadi Error Balancing pada alat ukur maka lakukan pembersihan pada wire dari kerak atau pengencangan wire.

DAFTAR PUSTAKA

- Buchla, D & McLachlan, W., *Applied Electronic Instrumentation and Measurement*, Macmillan Publishing Company, Singapore, 1992.
- Carr Joseph J., *Sensor and Circuit*, PTR Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1993.
- Erwandi, Simulasi Gelombang Skala Model di Tanki Percobaan, Presentasi ilmiah Peneliti ke 165, BPPT, 1994.
- Instruction Manual Of Laboratorium Hidrodinamika Indonesia, Measuring Instruments, Item no.3042, Volume 13/13, Thyssen – Ferrostaal, 1992.