

PENGEMBANGAN DAN PEMBERLANJUTAN TEKNOLOGI PEMANTAUAN LINGKUNGAN PERAIRAN LAUT (SEAWATCH Indonesia)

Oleh : Wahyu Purwanta *)

Abstrak

Sebagai sebuah infrastruktur yang bernilai investasi tidak sedikit, upaya menjaga kesinambungan sistem Seawatch sangatlah penting. Secara umum permasalahan yang muncul dalam pengoperasian dan pengembangan sistem ini dapat dikategorikan sebagai masalah teknis dan non-teknis. Secara teknis masalah yang terjadi pada sistem buoy sebagian besar disebabkan oleh faktor ketidak-akraban lingkungan laut bagi sistem elektronik. Sementara pada aspek teknis pada pusat kendali lebih kepada aspek keandalan (reliability) sistem dan masalah penyebaran termasuk pengaturan aksesnya. Adapun faktor non-teknis utama adalah aspek yang berkaitan dengan ekonomi dalam arti apakah nilai tambah yang dihasilkan sistem Seawatch sebanding dengan biaya pengadaan, pengembangan, dan operasionalnya. Dalam menjaga kesinambungan ke depan suatu upaya bagaimana menekan biaya operasional dan meningkatkan manfaat dan kemanfaatan data dan atau informasi yang dihasilkan menjadi penting. Peningkatan kemampuan pada aspek teknik-praktis-operasional dan peningkatan pemahaman (meaning atau know-how) pada sistem pemantauan diperlukan agar diperoleh pilihan-pilihan pengukuran dan koleksi data yang lebih ekonomis. Sementara penyebaran data dan informasi yang ada perlu segera dilakukan dalam kaitan memberi manfaat dalam jangka panjang khususnya dalam pembangkitan arti pentingnya data dan informasi kelautan.

Katakunci : Efisiensi, manfaat, Sistem Seawatch, berkesinambungan

1. PENDAHULUAN

Sistem Seawatch Indonesia adalah suatu sistem pemantauan, pemodelan dan peramalan (prediksi) lingkungan kelautan. Dengan adanya sistem ini maka diharapkan akan diperoleh suatu data dan informasi yang akurat dan menyeluruh tentang situasi dan kondisi lingkungan kelautan Indonesia. Sebagai sebuah upaya pengembangan infrastruktur pembangunan kelautan, manfaat keberadaannya tidak akan langsung terasa. Manfaat baru akan terasa sesudah komunitas pengguna mengenal dan menilai tingkat kepentingan dari adanya data dan / atau informasi yang dapat disediakan oleh sistem ini.

Pada tiga tahun pertama dari 1996, sistem Seawatch Indonesia masih didukung sepenuhnya oleh pihak pengembang (Oceanor), sehingga masalah dan kendala tersebut kelihatannya tidak menjadi masalah besar. Pada tahun-tahun berikutnya,

dukungan luar ini diharapkan semakin turun, dan diikuti dengan peningkatan kemandirian. Berbagai kemungkinan dapat saja terjadi pada waktu waktu setelah tiga tahun tersebut. Upaya menjaga kesinambungan sistem menjadi sesuatu yang penting.

Tulisan ini akan membahas secara ringkas hal yang berpotensi menjadi permasalahan dalam upaya menjaga kesinambungan tersebut. Berbagai faktor yang mempengaruhi keberhasilannya juga akan dibahas. Pada bagian akhir, akan diberikan beberapa kemungkinan solusi yang disarikan dari pengalaman penulis dan dari berbagai pengalaman negara/institusi lain dalam mengoperasikan sistem sejenis.

2. ANALISIS PERMASALAHAN SISTEM SEAWATCH

Dari sudut pandang sistem informasi, Seawatch Indonesia dapat disebut sebagai sebuah sistem informasi yang bertujuan untuk

*) *Peneliti di Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan – BPPT*

mampu memberikan data dan informasi kelautan. Data dan / atau informasi ini dapat diakses oleh pengguna-penggunanya untuk dapat dipergunakan dalam melakukan beberapa hal antara lain : menentukan suatu aksi tertentu, menentukan kebijakan, melakukan penelitian dll. Sebagai sebuah pusat data dan informasi, ketersediaan, kelengkapan dan keakuratan data dan informasi merupakan aspek yang penting dari sistem ini. Data dan/atau informasi yang tidak akurat cenderung akan menghasilkan kesimpulan yang salah, aksi yang kurang tepat, dan hal-hal lain yang dalam kondisi ekstrim akan merugikan penggunaannya. Dengan kata lain akurasi data / informasi sangat menentukan nilai tambah dari sistem Seawatch maka beberapa langkah yang harus dilakukan adalah :

1. Bagaimana mengukur parameter kelautan dan dilokasi mana pengukuran dilakukan, agar dihasilkan data yang akurat dan menyeluruh.
2. Bagaimana merawat sistem pengukur (buoy) sedemikian rupa sehingga akurasi data yang dihasilkan tetap terjaga.
3. Bagaimana mengolah data pengukuran menjadi suatu informasi yang bermanfaat, dan
4. Bagaimana meningkatkan meningkatkan kemanafaatannya.

Sudah barang tentu, usaha tersebut bukanlah merupakan pekerjaan yang mudah dan murah. Keterbatasan dana, luasnya perairan, faktor alam yang akrab bagi perangkat elektronik, adanya kemungkinan *vandalisme*, dan kepadatan lalu lintas merupakan beberapa contoh kendala yang sangat mempengaruhi keberhasilan proyek ini.

Secara umum, permasalahan-permasalahan yang muncul dalam pengoperasian dan pengembangan Sistem Seawatch Indonesia ini dapat dikategorikan masalah-teknis dan non-teknis.

2.1 Aspek Teknis Pada Buoy

Secara teknis masalah yang terjadi pada sistem buoy sebagian besar disebabkan oleh faktor ketidak-akraban lingkungan laut bagi sistem elektronik. Pada struktur, karat dan gangguan kesetabilan posisi tegak dan putar buoy merupakan dua masalah utama. Sedangkan pada *payload*, penumpukan organisme laut (*biofouling*), metoda pengukur kandungan kimia dan biologis, serta masalah catu daya merupakan

tiga masalah yang menjadi kendala. Selain itu, pemilihan metoda dan lokasi penempatan juga menjadi permasalahan tersendiri dalam upaya mendapatkan data yang menyeluruh pada biaya yang minimal.

Lingkungan laut yang berkadar garam tinggi akan sangat korosif bagi material yang bersentuhan dengannya. Dalam situasi yang demikian ini, persentuhan elektrik antara dua material yang berbeda akan mempercepat laju korosi. Sebagai contoh, sambungan antara cincin penyambung (*shackle*) 5/16" bermaterial *mild-steel* dengan 316 SS, maka *mild steel* dapat habis dalam satu bulan saja [Manual, 1996]. Dalam Seawatch buoy yang sekarang dipasang, sambungan dua metal yang berbeda selalu dihindari dengan memberikan isolator diantaranya. Namun demikian, dalam sistem penambat, peristiwa tersebut masih dapat terjadi.

Berdasarkan pengalaman dalam menepatkan beberapa buoy yang sudah dilakukan, masalah karat justru belum terlihat. Masalah utama yang justru muncul adalah masalah *biofouling*. Perairan Indonesia yang berada di ekuator sangat kaya akan keragaman hayati. Hal ini akan sangat mengganggu sistem pengukuran, karena organisme-organisme akan menempel pada bagian buoy yang tercelup di air, termasuk pada sensor. Beberapa sensor yang dipasang pada buoy sangat peka terhadap *biofouling* ini, sehingga data yang dihasilkan tidak dapat dipercaya sama sekali. Untuk mengatasi masalah tersebut, maka buoy secara rutin dibersihkan dari *biofouling*.

Masalah ketiga yang akan dihadapi pada buoy yang akan dipergunakan selama ini adalah pada masalah pengukuran kandungan nutrisi seperti nitrat dan fosfat. Kecilnya kadar nitrat dan fosfat (sekitar $<5\mu\text{mol/l}$) yang terlarut pada air laut menjadi kendala utama pada waktu mengukur agar diperoleh akurasi yang cukup. Pada saat ini, sensor yang digunakan adalah APP yang pada prinsipnya mengukur warna (*colorimeter*) dari reaksi air laut dengan beberapa *reagent* yang dibawanya. Permasalahan terjadi karena alat ini sangat kompleks dan banyak mempergunakan komponen bergerak sehingga kurang handal untuk ditempatkan didalam buoy. Disamping itu umur *reagent* yang dibawa juga tidak lama atau cepat terkontaminasi. Akibatnya *drift* dari sensor APP ini menjadi tinggi.

2.2 Aspek Teknis Pada Pusat Kendali

Dibandingkan dengan masalah pada buoy, masalah teknis di Pusat Kendali lebih sedikit dan lebih mudah pengatasannya. Masalah teknis utama pada Pusat Kendali adalah pada aspek keandalan (*reliability*) sistem dan masalah penyebaran termasuk pengaturan aksesnya. Berbagai pilihan solusi pada masalah ini, sudah banyak tersedia dipasaran. Masalah keandalan dapat diselesaikan dengan melakukan penggantian (*redundancy*) perangkat-perangkat yang dianggap kritis. Sedangkan masalah penyebaran, dapat diselesaikan dengan berbagai pilihan seperti pemanfaatan jaringan internet, pembuatan jaringan berarea luas secara khusus (*dedicated WAN – Wide Area Network*), maupun dengan cara sederhana yaitu penyebaran melalui media penyimpan seperti disket atau CD-ROOM. Namun demikian, yang justru berpotensi menjadi masalah adalah ketidak-standaran format data yang dipergunakan. Seperti sudah disebutkan, data yang dikirim dan disimpan pada pusat kendali mempunyai format LDF. Format ini dikembangkan oleh OCEANOR dan tidak mengacu pada format standard yang ada. Dengan demikian, hanya perangkat-lunak dari OCEANOR atau yang mendapat lisensi sajalah yang dapat menterjemahkan data tersebut secara langsung. Hal ini dapat menimbulkan masalah seperti :

1. Pengguna harus mempelajari kembali aplikasi Seawatch yang baru bagi pengguna, sementara itu mungkin mereka sudah terbiasa dengan aplikasi yang selam ini dikuasai.
2. Keterbatasan pengembangan perangkat lunak aplikasi yang mampu menterjemahkan format data tersebut (aplikasi khusus biasanya lebih mahal dibanding aplikasi umum / banyak dipergunakan).

2.3 Aspek Non-Teknis

Faktor utama dari sisi non-teknis adalah aspek yang berkaitan dengan ekonomi dalam arti **apakah nilai-tambah yang dihasilkan sistem Seawatch sebanding dengan biaya pengadaan, pengembangan dan operasionalnya.** Luasnya perairan Indonesia sudah barang tentu akan membutuhkan sejumlah besar stasiun pengukur (buoy) agar dapat melingkupinya. Tingginya harga buoy dan

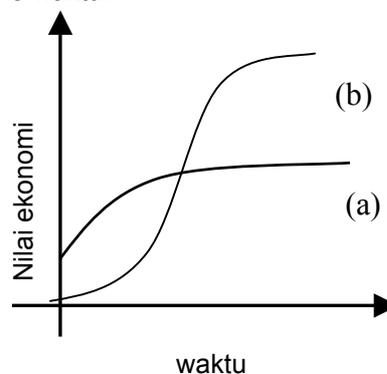
terbatasnya kemampuan pendanaan akan berdampak langsung pada pengembangan kuantitas.

Selain biaya pengadaan stasiun pengukur, aspek besarnya biaya operasional juga sangat berpotensi untuk menimbulkan masalah. Dari sisi operasional ini, komponen biaya perawatan stasiun pengukur merupakan porsi yang paling besar. Dengan besar dan berat buoy yang saat ini digunakan, yang mencapai diatas 600 kg, operasi perawatan tidak dapat dilakukan dengan perahu kecil sehingga akan membutuhkan biaya perjalanan (sewa kapal, peralatan, dll) per perawatan juga akan tinggi. Disamping itu lokasi di Indonesia yang ada di daerah tropis akan meningkatkan laju *biofouling* yang berarti akan memperpendek waktu antar perawatan. Kedua situasi ini akan terasa langsung pada kebutuhan biaya operasional per satuan waktu. Apabila tingginya biaya operasional ini tidak diikuti dengan penjagaan/peningkatan nilai-tambah, maka kesinambungan dari sistem ini akan menghadapi kendala yang besar. Kendala ini akan semakin terasa apabila jumlah stasiun yang dioperasikan semakin banyak tetapi tidak diikuti dengan peningkatan pemanfaatan baik secara kuantitas (jumlah pengguna yang mengambil manfaat) maupun kualitas (jenis informasi yang dapat disediakan).

3. ANALISIS PADA USAHA KESINAMBUNGAN

Sebagai suatu sistem informasi, kesinambungan sistem Seawatch ini akan dapat dicapai dengan tiga syarat pokok, yaitu:

Kualitas data / informasi yang dihasilkan tinggi, dalam arti akurat dan tetap akurat dari waktu ke waktu.



Gambar 1 : Nilai Manfaat Vs Kebutuhan Pendanaan

Kualitas data/informasi yang dihasilkan mempunyai kedalaman dan keluasan yang memadai (sesuai dengan kebutuhan masyarakat pengguna yang cenderung meningkat).

Mengembangkan keluasan pemanfaatan (menjangkau sebanyak mungkin masyarakat pengguna). Namun demikian, kesinambungan tidak akan praktis terjadi dengan pemenuhan tiga syarat diatas saja. Aspek-aspek lain seperti aspek ekonomi, sosial, dan politik tentu akan berpengaruh.

Secara ekonomi, kebutuhan dana pada tahap awal, akan besar jauh diatas nilai-kemanfaatan yang dapat dipetik. Semakin lama, seiring dengan meningkatnya pemahaman masyarakat pengguna, nilai kemanfaatan ini akan meningkat pula. Gambar 1 memberikan ilustrasi situasi tersebut. Kurva (a) merupakan kurva tipikal kebutuhan dana sedangkan kurva (b) merupakan kurva nilai kemanfaatan normal. Berdasarkan kurva tersebut, maka permasalahannya adalah bagaimana mencapai titik potong secepat mungkin. Atau dengan kata lain, bagaimana menekan kurva (a) dan bagaimana mempercepat kenaikan kurva (b). Secara teknis permasalahan ini berarti bagaimana mengembangkan sistem pengukur yang murah (dalam hal harga maupun perawatan) tanpa mengorbankan kualitas data yang dihasilkan. Upaya pengembangan ini harus diikuti dengan upaya penyebaran data / informasi ke masyarakat pengguna yang potensial.

4. KEMUNGKINAN SOLUSI DAN REKOMENDASI

Berdasar beberapa permasalahan diatas, dapat diketahui bahwa pengoperasian sistem Seawatch tidaklah mudah dan murah. Apabila berbagai macam masalah dan kendala tidak dapat diatasi, maka efektifitas pengoperasian sistem ini di Indonesia juga akan berkurang, dan pada akhirnya akan menghambat usaha mempertahankan kesinambungannya.

Selain upaya peningkatan kemampuan pada aspek teknik-praktis-operasional, peningkatan kemampuan pemahaman (*meaning* atau *know-how*) pada sistem Seawatch juga merupakan hal yang penting.

Dari seluruh perangkat yang ada pada sistem Seawatch, stasiun pengukur (sekarang menggunakan buoy) menjadi titik kritis yang harus diperhatikan. Berbagai

operator sistem sejenis di banyak negara melaporkan bahwa kunci sukses dari pengoperasian sistem ini terutama terletak pada didapatnya stasiun pengukuran yang memenuhi paling tidak empat spesifikasi utama yaitu [Mangun, L.J, 1996] :

1. Murah, untuk menekan biaya investasi.
2. handal, agar dapat dioperasikan pada *harshly environment*.
3. Kemudahan pengoperasian, untuk mengurangi kesalahan operasi, dan
4. Kemudahan dan umur antar perawatan yang panjang, untuk menekan biaya perawatan.

Selain itu mengingat perairan Indonesia adalah daerah tropis yang, pengembangan dan/atau pemilihan sistem sensor yang akan ditempatkan pada buoy harus pula mempertimbangkan pengaruh situasi laut, terutama *biofouling*. Beberapa sistem sensor sangat peka terhadap *biofouling* dan beberapa lainnya tidak. Namun demikian kadang-kadang terjadi situasi dimana produk sensor yang tersedia untuk mengukur parameter tertentu yang diinginkan, tidak ada yang berspesifikasi tahan *biofouling*. Dalam situasi yang demikian, pengambilan keputusan untuk melakukan pengukuran *in-situ* secara terus menerus perlu dipertimbangkan secara cermat, kerugian dan keuntungannya. Beberapa cara yang dapat dilakukan antara lain adalah :

- Melakukan pengukuran parameter secara tidak langsung (*indirect*) berdasar pengukuran parameter lainnya (yang tersedia sensor yang lebih tahan *biofouling*).
- Pengukuran langsung tetapi tidak dilakukan secara terus-menerus, atau mengukur pada titik yang dekat darat – sehingga sensor lebih mudah dirawat -, kemudian dilakukan estimasi untuk titik yang ingin diamati.
- Mengembangkan sensor baru yang lebih tahan terhadap *biofouling* [Palowitch, 1996].

Untuk mencapai tingkat efisiensi yang tinggi, stasiun pengukur yang dipergunakan tidaklah harus berupa buoy-tertambat (*moored buoy*). Stasiun-stasiun yang diletakkan didasar dan tersambung ke darat dengan kabel, stasiun yang diletakkan pada bangunan yang telah ada, buoy yang dihanyutkan (*drifting buoy*), dan lain-lain merupakan berbagai pilihan bentuk stasiun pengukur yang dapat dipasang. Beberapa kemungkinan tersebut dapat dipilih berdasar efektifitas per biaya. Selain itu cara pengukuran dengan menggunakan sample –

seperti metoda konvensional yang selama ini dikenal – terkadang masih merupakan pilihan yang lebih ekonomis.

Selain aspek-aspek diatas, merupakan penyebaran data / informasi ke masyarakat pengguna juga perlu secepatnya diimplementasikan. Sebaiknya, usaha penyebaran tidaklah hanya mempertimbangkan aspek ekonomi yang berjangka pendek. Penyebaran ke lembaga-lembaga riset atau perguruan tinggi perlu pula mendapatkan perhatian, karena berbagai hasil penelitian mereka terkadang akan mendorong kegiatan ekonomi yang tidak sedikit. Permasalahan yang harus ditangani dalam hal ini adalah bagaimana mengatur akses data/informasi ini. Pengaturan yang terlalu ketat atau terlalu dini, terkadang justru akan menghambat upaya pemanfaatannya (yang berarti peningkatan nilai ekonomi sistem Seawatch). Dengan demikian pengaturan yang bertahap merupakan pilihan yang dirasa cukup relevan untuk diimplementasikan.

5. KESIMPULAN

Sebagai sebuah infrastruktur yang bernilai investasi tidak sedikit, upaya menjaga keseimbangan antara nilai dana yang dibutuhkan dengan nilai kemanfaatan yang diperoleh. Namun dalam tahap awal, nilai kebutuhan dana akan jauh diatas nilai kemanfaatan. Dalam situasi ini usaha pengembangan keadaan (menjaga/meningkatkan kualitas data dan informasi) dan keluar (penyebaran informasi seluas-luasnya) merupakan kunci utama dalam kesinambungan sistem. Selain dari itu, upaya peningkatan kemandirian dalam sistem ini juga harus terus ditingkatkan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Willumsen, FV, *Seawatch Indonesia – A View*, Workshop Seawatch Indonesia, 3 Juli 1996.
2. _____, *Manual for Waverider Large Hatch*, version ref : SVBL-1038, Datawell BV, Netherland, 1996.
3. _____, *Real Time Monitoring of Tropical Pacific EL-NINO / climate Variations*, TAO Project Review, NOAA PMEL.
4. Mangun, L.J, Freitag H.P., McPhaden M.J., *TOGA-TAO Array Sampling Schemes and Sensor Evaluations*, Proc. Of Ocean '94 OSATES Vol.II, France, Sept, 1992.
5. McCoy, K, *Autonomous Profiling Vehicles : Autonomous Instrumentation Reduces Cost.....*, Sea Technology, Februari 1996.
6. Palowitch, A.W, *Semipermeable Membrane Devices*, Sea Technology, Februari 1996.