



PERAN TEKNOLOGI KELAUTAN UNTUK PEMBANGUNAN KELAUTAN BERKELANJUTAN

Imam Mudita

Pusat Teknologi Pengembangan Sumber Daya Wilayah - BPPT
Jl. MH Thamrin No.8, Jakarta-10340 Telp./Faks: (021) 3108149, e-mail: imam.mudita@bppt.go.id

ABSTRAK

Pendekatan pengelolaan kelautan yang benar dan tepat adalah alasan mengapa pendekatan IpTek Kelautan menjadi salah satu kekuatan utama investasi pemerintah dalam pembangunan di sektor kelautan. Di sisi lain, tantangan-tantangan strategis pembangunan kelautan berkelanjutan di Indonesia antara lain adalah masih kurangnya pemahaman atas lingkungan laut Indonesia, belum optimalnya pemanfaatan dan perlindungan lingkungan laut, serta belum tertatanya koordinasi infrastruktur-infrastruktur IpTek kelautan dalam rangka pemahaman, pemanfaatan dan perlindungan lingkungan laut tersebut. Oleh karena itu, guna mengatasi tantangan-tantangan strategis pembangunan kelautan berkelanjutan tersebut, Teknologi Kelautan memiliki peran yang penting dan strategis yang dapat memberikan gambaran tentang model sistem kelautan, yang pada akhirnya dapat dimanfaatkan untuk membuat kebijakan dan pengambilan keputusan terkait pemanfaatan, perlindungan dan pelaksanaan program pembangunan kelautan berkelanjutan.

Kata kunci : *Teknologi Kelautan, Tantangan Strategis Pembangunan Kelautan, Sistem Kelautan.*

ABSTRACT

The correct and appropriate marine management approach is the reason why the Marine Science and Technology approach is one of the main strengths of government investment in development in the marine sector. On the other hand, the strategic challenges of sustainable marine development in Indonesia include the lack of understanding of Indonesia's marine environment, the not yet optimal use and protection of the marine environment, and the unorganized coordination of marine science and technology infrastructures in the context of understanding, utilizing and protecting the marine environment. Therefore, in order to overcome the strategic challenges of sustainable marine development, Marine Technology and Innovation has an important and strategic role that can provide an overview of the marine system model, which in turn can be used to make policies and decisions regarding the utilization, protection and implementation of sustainable marine development programs.

Keywords : *Marine Technology and Innovation, Strategic Challenges of Marine Development, Marine System.*

1. PENDAHULUAN

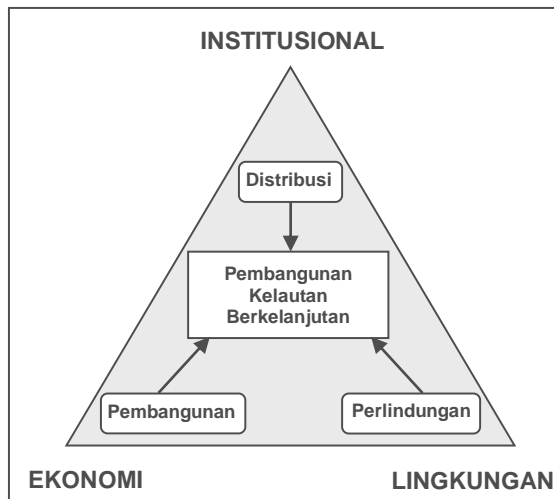
Pembangunan berbasis kelautan dan iptek mulai mendapatkan tempat dan pijakan yang lebih kuat tercermin dalam GBHN 1999, yang menyatakan bahwa pembangunan perekonomian yang berorientasi global sesuai kemajuan teknologi dengan membangun keunggulan komparatif sebagai negara kelautan dan agraris sesuai kompetensi dan produk unggulan daerah dan berbasis sumber daya alam (SDA) dan sumber daya manusia (SDM).

Pada tataran kebijakan pembangunan, yakni dalam proses pengembangan kebijakan dan program, keputusan politik tersebut kemudian ditindak-lanjuti dengan pembentukan Departemen Kelautan dan Perikanan yang berganti nama setelah Peraturan Presiden No.27 tahun 2009 menjadi Kementerian Kelautan dan Perikanan. Selain itu, dibentuk pula Dewan Maritim Indonesia. Namun karena Dewan Maritim Indonesia memiliki pengertian yang terbatas

sehingga tidak sesuai dengan cakupan tugas dan fungsi yang dimilikinya, maka berdasarkan Keppres No. 21/2007 menjadi Dewan Kelautan Indonesia. Dewan Kelautan Indonesia dibentuk untuk memberikan pertimbangan kepada Presiden dalam penetapan kebijakan umum di bidang kelautan. Namun demikian, dengan berdirinya Kementerian Koordinasi Bidang Maritim dan Investasi, Dewan Kelautan Indonesia pun dihapuskan, sehingga pemerintah dapat membuat kebijakan dan mengkoordinasikan pembangunan di sektor kelautan secara langsung.

Sebagai bentuk operasionalisasi kebijakan pembangunan kelautan, berbagai pendekatan pembangunan dapat dilakukan misalnya : pembangunan berbasis Geografis, Iptek, Pendidikan, Kebudayaan, SDA, Lingkungan, Manajemen, Hukum, Pertahanan dan Keamanan, dsb. Makalah ini mencoba menampilkan pembangunan kelautan melalui pendekatan IpTek, namun demikian, perlu diingat

bahwa di dalam membangun kelautan kita perlu memiliki wawasan pembangunan kelautan. Wawasan pembangunan kelautan dapat dilihat dari tiga cara pandang, yakni : Ekonomis, Lingkungan dan Institusional yang masing-masing secara berurutan memiliki fungsi-fungsi Pembangunan, Perlindungan Alam dan Distribusi yang semuanya bermuara kepada Pembangunan Kelautan Berkelanjutan (OECD, 2016) seperti pada **Gambar 1** di bawah ini:



Gambar 1. Pembangunan Kelautan Berkelanjutan

Makalah ini juga bermaksud mengidentifikasi teknologi kelautan dan perannya dalam rangka memberikan gambaran model-model sistem kelautan, yang pada akhirnya dapat dimanfaatkan untuk pembuatan kebijakan terkait pemanfaatan sumber daya kelautan termasuk antisipasi potensi bencana yang mengancamnya, pelestarian lingkungan laut dan pengambilan keputusan dalam pelaksanaan kegiatan program-program kelautan

2. PENDEKATAN ILMU PENGETAHUAN DAN TEKNOLOGI KELAUTAN

Potret pembangunan berbasis kelautan Indonesia pada masa lalu dicirikan secara dominan oleh kegiatan yang bersifat ekstraktif, kurang atau tidak mengindahkan aspek kelestarian lingkungan, serta adanya ketimpangan pemerataan pendapatan. Demikian juga pengelelolannya yang masih tumpang tindih kurang menggunakan pendekatan yang benar dan tepat. Oleh karenanya, Iptek Kelautan menjadi salah satu kekuatan utama investasi pemerintah dalam pembangunan di sektor kelautan.

Sadar akan perlunya pemahaman tentang laut yang luas wilayahnya mencapai 5,8 juta km² serta ditaburi lebih dari 13.644 pulau dan dirangkai oleh garis pantai sepanjang 81 ribu kilo meter, Indonesia telah mulai membangun kemampuannya di bidang kelautan dengan

memiliki dan meluncurkan kapal-kapal riset kelautan serta mengoperasikan kegiatan-kegiatan survei dan riset kelautannya.

Semua itu bertujuan untuk mengenali nilai-nilai dan sifat-sifat kelautan berikut sumber daya alamnya yang memiliki peran penting apabila dilihat dari berbagai aspek seperti : aspek ekonomi, ekologi, pertahanan dan keamanan, serta pendidikan dan aspek survei dan riset itu sendiri. Sebagai contoh, dari aspek ekonomi. potensi ekonomi kelautan Indonesia sangat luar biasa besarnya. misalnya, industri perikanan dan industri bioteknologi kelautan diperkirakan memiliki nilai ekonomi sebesar 82 miliar US\$ per tahun. Selain itu, dari aspek survei dan penelitian, meskipun secara politik kurang didukung, peluang pasar global survei dan riset kelautan yang ada di tahun 1999 adalah 1,5 miliar US\$, dan terus meningkat hingga tahun 2004 sebesar 32% (Westwood, et al., 2002).

Di sisi lain, kontribusi pembangunan yang selama ini berbasis non kelautan, perlu mengalami perubahan paradigma mengingat potensi dan peranan sumber daya kelautan yang sedemikian besarnya tersebut. Masyarakat perlu diajak berperan serta dalam membangun kesadaran akan potensi kelautan serta mendukung mereka dalam menggerakkan kegiatan ekonomi kelautan.

Tantangan-tantangan strategis pembangunan nasional di sektor kelautan, yang dapat dijawab melalui pendekatan IpTek (National Marine Science Committee, 2015), dapat dikelompokkan dalam 3 (tiga) isu utama berikut ini:

- **Tantangan Pemahaman Lingkungan Laut Indonesia**

Tujuan yang ingin dicapai dalam memahami lingkungan laut Indonesia adalah dalam rangka mengamati, memantau, memetakan dan mengkarakterisasi serta memahami dengan lebih baik sumber daya di wilayah yurisdiksi laut Indonesia termasuk wilayah pantai dan laut yang batasnya berdampingan, interaksi laut dengan atmosfer dan sumber daya biologi laut, sistem ekologi serta kondisi geologi yang mendukungnya, termasuk potensi kebencanaan yang mengancamnya.

Sasaran-sasaran yang diinginkan berupa:

1. Karakterisasi dan pemahaman lebih baik mengenai proses-proses geologi dan geofisika serta evolusi batas-batas benua maritim Indonesia dan potensi sumber daya pada cekungan-cekungannya
2. Pemetaan batimetri, yang memetakan sifat dan ciri dasar laut di wilayah yurisdiksi laut Indonesia
3. Pendefinisian batas-batas wilayah yurisdiksi laut Indonesia
4. Pemahaman yang lebih baik mengenai proses-proses oseanografi fisis dan kimiawi yang terjadi baik di laut terbuka maupun di wilayah pantai

5. Perbaiki prakiraan variasi dan perubahan iklim di Indonesia dengan memahami peranan laut dalam sistem iklim dunia
6. Pemahaman keanekaragaman biologi dan proses biologi laut Indonesia
7. Pemahaman dinamika habitat dan ekosistem laut Indonesia
- Tantangan Pemanfaatan dan Perlindungan Lingkungan Laut Indonesia
Tujuan yang ingin dicapai adalah memberikan pemahaman ilmiah tentang laut Indonesia dalam rangka mendukung pembangunan industri kelautan, melalui penerapan-penerapan dan pembangunan-pembangunan yang dipantau secara efektif, serta prosedur-prosedur pengkajian dan praktek-praktek manajemen pembangunan yang berkelanjutan, termasuk pemantauannya untuk kebutuhan peringatan dini kebencanaan.
Sasaran-sasaran yang ingin dicapai berupa:
 1. Menjamin kelanjutan ekosistem yang sehat dan sesuai fungsinya melalui penerapan-penerapan dan pembangunan-pembangunan yang dimonitor secara efektif, serta prosedur-prosedur pengkajian dan praktek-praktek manajemen pembangunan yang berkelanjutan
 2. Pemahaman yang lebih baik atas dampak kegiatan di darat terhadap lingkungan laut
 3. Penyediaan pengetahuan dan dasar-dasar ilmiah dalam rangka perencanaan dan pelaksanaan manajemen pembangunan berkelanjutan yang diperuntukkan bagi berbagai kepentingan di lingkungan laut
 4. Penerapan pengetahuan variasi dan perubahan lingkungan laut termasuk interaksi laut dan atmosfer serta sedimen bagi manajemen industri di darat dan isu-isu lingkungan lainnya
 5. Mendefinisikan lokasi-lokasi riset dan eksplorasi potensi mineral dan migas dalam rangka memetakan wilayah yurisdiksi laut Indonesia yang berpotensi industry
 6. Meningkatkan produktifitas dan kelestarian perikanan tangkap serta memahami hubungan antara kelimpahan ikan dan ekosistem yang mendukungnya
 7. Meningkatkan kelestarian, produktifitas dan kualitas lingkungan budidaya perikanan
 8. Memperkuat teknologi yang mendukung industri perkapalan yang unggul dan kompetitif
 9. Menjamin transportasi dan pengapalan yang kompetitif dan ramah lingkungan
 10. Mempromosikan potensi teknologi, industri dan pelayanan kelautan yang baru
 11. Meningkatkan pengetahuan tentang potensi energi terbarukan di dalam dan di sekitar laut Indonesia
 12. Memperkuat sistem informasi dalam rangka mendukung manajemen pembangunan berkelanjutan, rekreasi dan wisata bahari
13. Membangun pemahaman bersama yang sesuai dengan pola budaya penduduk lokal mengenai lingkungan laut di sekitarnya
14. Membantu pertimbangan pertahanan dan keamanan laut Indonesia serta menjaga keselamatan pelayaran dan penyeberangan
15. Memahami dan mendokumentasikan implikasi penerapan kebijakan dan hukum laut dalam rangka penerapan iptek kelautan untuk pemanfaatan dan manajemen pembangunan kelautan
- Tantangan Pembangunan Infrastruktur-Infrastruktur IpTek Kelautan dalam rangka Pemahaman, Pemanfaatan dan Perlindungan Lingkungan Laut
Tujuan yang ingin dicapai adalah penyediaan prasarana dan sarana fisik, serta pengembangan program dan keterampilan IpTek Kelautan yang sesuai. Selain itu juga mengembangkan manajemen informasi yang mendukung IpTek dan rekayasa kelautan Indonesia.
Sasaran-sasaran yang ingin dicapai berupa:
 1. Jaminan ketersediaan prasarana dan sarana serta pengembangan keterampilan yang sesuai dengan IpTek dan Rekayasa kelautan Indonesia
 2. Tersedianya prasarana dan sarana fisik yang berkelanjutan serta meningkatkan kemampuan IpTek dan Rekayasa kelautan Indonesia
 3. Mengimplementasikan program-program pengamatan laut jangka panjang yang sistematis dan terkoordinasi
 4. Memiliki manajemen data kelautan yang terkoordinasi lebih baik
 5. Membangun kompetensi IpTek kelautan melalui keterlibatan dalam program-program IpTek kelautan regional dan internasional
 6. Mempromosikan pentingnya Iptek kelautan pembangunan ekonomi yang berkelanjutan dan peningkatan kualitas hidup

Pada tataran operasional pembangunan, suatu pengelolaan dengan berbagai pendekatan perlu menerapkan suatu konsep manajemen yang jelas sesuai proses-proses yang berlangsung di dalamnya, seperti: perencanaan strategis dan pengembangan kebijakan, perencanaan program-program dan proyek-proyek, pembangunan kelautan dan operasional kegiatannya, pengawasan, administrasi kelautan dan yang menjadi pusat manajemen tersebut adalah manajemen informasi kelautan, yang merupakan inti dari proses-proses manajemen kelautan dimana setiap proses manajemen kelautan lainnya mengacu. Teknologi dan inovasi kelautan dapat dikatakan berada dalam proses Pembangunan Kelautan dan Operasionalisasi Kegiatannya seperti yang dapat digambarkan pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Proses-proses Manajemen Kelautan

Dalam suatu kerangka pembangunan kelautan berkelanjutan yang lebih utuh, peran teknologi dan inovasi kelautan dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 3 Peran Teknologi dan Inovasi Kelautan

Teknologi Survei dan Riset Kelautan yang terwujud dalam bentuk kapal-kapal survei dan riset kelautan, mempunyai peran yang penting dan menentukan dalam pembangunan kelautan melalui pendekatan ilmiah dan teknologi (IpTek) dalam menghadapi isu-isu strategis dan tantangan-tantangan pembangunan kelautan yang berkelanjutan.

3. TEKNOLOGI PEMODELAN SISTEM KELAUTAN

Dalam memahami Karakteristik laut yang unik dan dinamikanya yang cukup rumit membutuhkan IpTek. Secara umum teknologi kelautan meliputi berbagai disiplin ilmu, antara lain; komunikasi, sistem navigasi, sensor, wahana bawah laut, akustik, perekayasaan, bioteknologi, nanoteknologi, meteorologi, optik, radar, dan sebagainya (Xiang, J., 2010). Oleh karena itu keberhasilan pemanfaatan teknologi untuk kelautan yang tersedia dan berkembang membutuhkan pendekatan multi-disiplin teknologi kunci seperti Tabel 1 dalam Appendix A.

Teknologi-teknologi kunci tersebut di atas dapat dimanfaatkan untuk membuat pemodelan-pemodelan karakteristik dan dinamika laut, yang secara langsung maupun tidak langsung dapat bermanfaat dalam

menentukan kebijakan maupun pengambilan keputusan terkait sumber daya laut dan lingkungannya, bahkan dapat digunakan untuk mengantisipasi potensi bahaya kebencanaan yang mengancamnya. Sementara itu model-model sistem kelautan dan teknologi yang terkaitnya dapat dilihat pada Tabel 2 dalam Appendix B.

4. RANGKUMAN

- a. Pengelolaan kelautan yang masih tumpang tindih belum menggunakan pendekatan yang benar dan tepat merupakan alasan IpTek Kelautan menjadi salah satu kekuatan utama investasi pemerintah dalam pembangunan di sektor kelautan
- b. Tantangan-tantangan strategis pembangunan kelautan di Indonesia meliputi :
 - Pemahaman Lingkungan Laut Indonesia
 - Pemanfaatan dan Perlindungan Lingkungan Laut
 - Pembangunan Infrastruktur-infrastruktur IpTek dalam rangka Pemahaman, Pemanfaatan dan Perlindungan Lingkungan Laut
- c. Dalam rangka membuat dan mengisi pemodelan sistem kelautan, teknologi dan inovasi kelautan mempunyai peran yang penting serta memiliki kedudukan yang menentukan dalam mengatasi tantangan-tantangan strategis pembangunan kelautan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan Terima Kasih ditujukan kepada pimpinan OR PPT BRIN, yang telah membantu penulis dalam melakukan riset teknologi kelautan dan memberi kesempatan memaparkan makalah ini pada suatu pertemuan ilmiah

DAFTAR PUSTAKA

OECD (2016), *The Ocean Economy in 2030*, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264251724-en>.

IOC-UNESCO (2017). *Global Ocean Science Report - The current status of ocean science around the world*, L. Valdés et al. (eds), Paris, UNESCO Publishing.

National Marine Science Committee (2015), *National Marine Science Plan 2015-2025: Driving the development of Australia's blue economy*. <http://www.marinescience.net.au>.

Westwood, et.al., (2002) *Global Ocean Market*.

Xiang, J., (2010), *Marine Science & Technology in China: A Roadmap to 2050*, Science Press Beijing and Springer-Verlag Berlin Heidelberg

APPENDIX A

Tabel 1. Teknologi Kunci, Produk Teknologi dan Aplikasinya

TEKNOLOGI KUNCI	PRODUK TEKNOLOGI/ APLIKASI PELAYANAN	APLIKASI TEKNOLOGI
Akustik	Penginderaan jauh; komunikasi bawah laut; sonar (<i>sounders, side scan, multi-beam</i>); <i>bottom and sub-bottom profilers</i>	Navigasi; perikanan; manajemen perikanan; eksplorasi dan eksploitasi migas; hankam laut; manajemen pesisir; riset kelautan
Bioteknologi	Sensor; pengembangan budidaya spesies laut; pengembangan budidaya pakan laut; farmasi, identifikasi kimia dan ekstrak spesies laut; pengendalian biofouling; pengendalian spesies berlimpah; pemulihan wilayah terpolusi	Budidaya laut; manajemen lingkungan; manajemen wilayah pesisir
Rekayasa Lingkungan	Disain sistem budidaya laut; pencegahan/sistem pengendalian polusi; manajemen risiko	Budidaya laut; manajemen wilayah; manajemen lingkungan
Teknologi informasi dan komunikasi	Instrumentasi/pengendalian pemrosesan sinyal; integrasi sistem; pengambilan data; pemrosesan; pemodelan; tampilan, dan penyimpanan/pengambilan; simulasi operasional; manajemen operasional; sistem intelijen; sistem otomatis; aplikasi perangkat lunak/pelayanan informasi	ECS; AIS; VDR; survei laut/dasar laut; dan pemetaan; sistem pengendalian/ robot/ AUVs/ ROVs; kapal/ manajemen armada kapal; manajemen pelabuhan; manajemen kaapal/pantai terintegrasi; riset kelautan; hiburan dan perniagaan; pelatihan
Bahan dan perekat	Disain sistem lepas pantai; disain budidaya laut; instrumentasi	Eksplorasi, dan eksploitasi migas lepas pantai; perhubungan laut; riset kelautan
Nanoteknologi	Sensor dan instrumentasi	Manajemen perikanan; budidaya laut; riset kelautan
Bangunan kapal	Disain kapal, kapal tunda dan tongkang, disain/pemodelan sistem lepas pantai; disain sistem panen ikan; perahu rekreasi	Perhubungan antar pulau; perikanan dan rekreasi laut
Rekayasa Kelautan	Disain/pemodelan sistem lepas pantai; disain sistem pengolahan dan pemrosesan panen ikan; disain sistem budidaya laut	Offshore oil and gas exploration, development, and production; marine transportation; oceans research
Oseanografi/ meteorolog	Disain/pemodelan sistem lepas pantai; manajemen risiko	Eksplorasi dan eksploitasi migas lepas pantai; perikanan; budidaya laut; manajemen wilayah pesisir
Optik	Sensor	Pemrosesan ikan
Teknologi navigasi dan penentuan posisi	Penginderaan jauh; deteksi target dan bahaya	Navigasi; pengawasan dan pemantauan; hankam laut; manajemen wilayah pesisir

APPENDIX B

Tabel 2. Model Sistem Kelautan dan Teknologi yang terkait

TEKNOLOGI	KEAHLIAN/AKTIVITAS	SEKTOR	PRODUK/LAYANAN
Teknologi eksplorasi lepas pantai	Keahlian Geologi, Geodesi/Geomatik dan Survei Seismik	Migas LepasPantai	Layanan teknologi tinggi dalam tahap eksplorasi
Sensor-sensor, Kontrol-kontrol, informasi, antarmuka, komunikasi dan perangkat lunak serta material, disain dan proses manufaktur	Pemetaan elektronik, pemetaan laut, pengawasan laut, side scan, visualisasi multi-beam, pemetaan batimetri	Keamanan dan keselamatan laut, operasional pelabuhan dan transportasi laut	Kelayakan dasar laut pelabuhan, peningkatan efisiensi dan pengurangan dampak lingkungan, Adopsi system ECDIS, operasi jarak jauh, taman-taman laut, marina dan lokasi-lokasi penyelaman
<ul style="list-style-type: none"> • Teknologi kajian wilayah dan ekosistem cadangan ikan • Sistem akuisisi data otomatis yang melibatkan berbagai disiplin iptek, pasokan energy dan transfer data jarak jauh dua arah; sensor-sensor pemantauan limbah 	<ul style="list-style-type: none"> • Pemetaan habitat dan wilayah cadangan ikan • Pemantauan lingkungan; pembuangan dan pengurangan limbah 	Perikanan dan Lingkungan Hidup	Tingkat cadangan ikan perlu dikelola secara benar dan memadai (timely and reliable manner); dan dampaknya akibat faktor-faktor penangkapan, lingkungan perubahan iklim, penyakit dan pemangsa rantai makanan dan habitat perlu dipelajari.; Teknologi-teknologi yang inovatif dibutuhkan sedemikian rupa sehingga penangkapan dapat dilakukan dengan lebih cerdas, mis. Mdengan mengurangi atau menghapuskan tangkapan sampingan dan cadangan yang belum matang, daripada meningkatkan tangkapan melalui penangkapan yang tidak dapat sembarang ikan.
<ul style="list-style-type: none"> • Kinerja tinggi SBP, Spektroskopi ultrasonic dan Stasiun-stasiun pengamatan laut dalam • Tambatan/<i>Mooring</i>; Model-model 3D dan 4D models dan simulasi-simulasi komputer 	<ul style="list-style-type: none"> • Survei dan pemetaan dasar laut • Pengukuran dan pemantauan arus-arus laut 	IPTEK Kelautan	Survei dan observasi untuk pemetaan laut, survey untuk ilmu pengetahuan laut dan pemanfaatan sumber daya baru dan terbarukan