

ISBN: 978-623-7651-10-9
E-ISBN: 978-623-7651-13-0

Editor: Wijopriono, Budi Nugraha, dan Hadhi Nugroho

APLIKASI TEKNOLOGI PENGELOLAAN PERIKANAN TANGKAP



AMaFRaD  PRESS

APLIKASI TEKNOLOGI PENGELOLAAN PERIKANAN TANGKAP

Penanggung Jawab:

Kepala Pusat Riset Perikanan - BRSDMKP - KKP

Editor:

Wijopriono

Budi Nugraha

Hadhi Nugroho

Desain Sampul:

Hadhi Nugroho

AMaFRaD  **PRESS**

APLIKASI TEKNOLOGI PENGELOLAAN PERIKANAN TANGKAP

Penanggung Jawab:

Kepala Pusat Riset Perikanan - BRSDMKP - KKP

Editor:

Wijopriono

Budi Nugraha

Hadhi Nugroho

Desain Sampul:

Hadhi Nugroho

Jumlah halaman:

xxii + 190 halaman

Edisi/Cetakan:

Cetakan pertama, 2019

Diterbitkan oleh:

AMAFRAD Press - Badan Riset dan Sumber Daya Manusia Kelautan dan Perikanan

Gedung Mina Bahari III, Lantai 6, Jl. Medan Merdeka Timur No. 16, Jakarta Pusat 10110

Telp.: (021) 3513300 Fax: (021) 3513287

Email: amafradpress@gmail.com

Nomor IKAPI: 501/DKI/2014

ISBN: 978-623-7651-10-9

E-ISBN: 978-623-7651-13-0

APLIKASI TEKNOLOGI PENGELOLAAN PERIKANAN TANGKAP

Dilarang memproduksi atau memperbanyak seluruh atau sebagian dari buku ini dalam bentuk atau cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

© Hak Cipta dilindungi oleh Undang-Undang No. 28 Tahun 2014
All Rights Reserved

SAMBUTAN

KEPALA PUSAT RISET PERIKANAN



Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas terbitnya buku bunga rampai dengan judul **Aplikasi Teknologi Pengelolaan Perikanan Tangkap**. Makalah-makalah yang disajikan dalam buku ini disusun oleh para peneliti di lingkup Pusat Riset Perikanan dan Pusat Riset Kelautan, Badan Riset dan Sumber Daya Manusia Kelautan dan Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan.

Salah satu misi pembangunan nasional yang terkait dengan pembangunan kelautan dan perikanan adalah mewujudkan Indonesia menjadi negara maritim yang mandiri, maju, kuat, dan berbasis kepentingan nasional. Hal tersebut dijabarkan secara nyata di Kementerian Kelautan dan Perikanan melalui 3 (tiga) pilar utama, yaitu: kedaulatan, keberlanjutan, dan kesejahteraan. Pembangunan perikanan, khususnya perikanan tangkap

dilakukan untuk mendukung 3 (tiga) pilar utama KKP tersebut.

Untuk mendukung ketiga pilar utama KKP tersebut, peran riset menjadi sangat penting. Sebagai institusi riset, salah satu tugas Pusat Riset Perikanan adalah melaksanakan riset dan pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang perikanan, termasuk di antaranya adalah riset teknologi alat dan mesin perikanan.

Buku ini memuat tulisan-tulisan tentang aplikasi teknologi pengelolaan perikanan tangkap, yang isinya mencakup aspek teknologi penangkapan ikan, aspek teknologi pasca panen, serta aspek teknologi pemantauan, kontrol dan pengawasan aktivitas penangkapan ikan. Ketiga aspek tersebut menjadi poin pembahasan pengelolaan perikanan tangkap melalui pemanfaatan teknologi. Sebagai karya ilmiah diharapkan buku ini dapat digunakan sebagai rujukan oleh para pemangku kepentingan untuk dijadikan acuan dalam pengelolaan perikanan tangkap di Indonesia.

Saya mendorong para peneliti lingkup Pusat Riset Perikanan untuk terus berkarya dengan menuangkan hasil-hasil penelitiannya ke dalam bentuk buku-buku yang nantinya dapat dimanfaatkan oleh banyak pihak, yaitu

birokrat, peneliti, akademisi, mahasiswa dan masyarakat umum.

Atas upaya para penulis dan semua pihak yang telah memberikan dukungan untuk mewujudkan terbitnya buku Aplikasi Teknologi Pengelolaan Perikanan Tangkap, saya menyampaikan terima kasih.

Jakarta, Desember 2019
Kepala Pusat Riset Perikanan,

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized 'W' followed by several vertical and diagonal strokes.

Waluyo Sejati Abutohir, SH, MM

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas terbitnya Buku Bunga Rampai berjudul “Aplikasi Teknologi Pengelolaan Perikanan Tangkap”. Buku ini merupakan karya tulis ilmiah yang menyajikan hasil kajian, gagasan, atau ide para peneliti di lingkup Pusat Riset Perikanan dan Pusat Riset Kelautan, Badan Riset dan Sumber Daya Manusia Kelautan dan Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan.

Buku ini menampilkan beberapa aplikasi teknologi alat dan mesin pada pengelolaan perikanan tangkap, yang meliputi teknologi alat bantu penangkapan ikan, teknologi pasca panen, serta teknologi pemantauan, kontrol dan pengawasan kapal perikanan. Diharapkan teknologi ini dapat diterapkan dan diadopsi oleh pihak-pihak terkait secara luas.

Kami menyadari bahwa buku ini masih banyak kekurangan dan belum sempurna. Oleh sebab itu, kami mengharapkan kritik, saran, dan masukan yang membangun untuk perbaikan dan penyempurnaan buku-buku ilmiah pada masa mendatang.

Semoga buku ini dapat menambah wawasan dan sumber inspirasi bagi dunia riset perikanan, khususnya di bidang teknologi alat dan mesin perikanan.

Jakarta, Desember 2019

Tim Penyusun

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

Dr. Ir. I Nyoman Suyasa, M.S yang telah mengoreksi dan memberikan saran kepada penulis sehingga buku ini menjadi lebih sempurna dalam penyajian dan materi buku yang menjadi lebih baik.

Ucapan terima kasih tak lupa penulis sampaikan kepada:

Prof. Ir. Sjarief Widjaja, Ph.D, FRINA (Kepala Badan Riset dan Sumber Daya Manusia Kelautan dan Perikanan), Dr. Maman Hermawan, M.Sc (Sekretaris Badan Riset dan Sumber Daya Manusia Kelautan dan Perikanan), Waluyo Sejati Abutohir, SH, MM (Kepala Pusat Riset Perikanan - BRSDM KP), Drs. Riyanto Basuki, M.Si (Kepala Pusat Riset Kelautan - BRSDM KP), Luthfi Assadad, S.Pi, M.Sc (Kepala Loka Riset Mekanisasi Pengolahan Hasil Perikanan - BRSDM KP), serta rekan-rekan peneliti dan staf Pusat Riset Perikanan atas bantuannya secara administratif dan teknis, sehingga buku ini dapat diterbitkan.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
SAMBUTAN KEPALA PUSAT RISET PERIKANAN	v
KATA PENGANTAR.....	ix
UCAPAN TERIMA KASIH	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xxi
1. Aplikasi Teknologi Pengelolaan Perikanan Tangkap: Prolog (Wijopriono dan Budi Nugraha)	1
2. Pemanfaatan Teknologi Cahaya Buatan (<i>Artificial Light</i>) untuk Alat Bantu Penangkapan Ikan (Wijopriono).....	11
3. Teknologi Air Laut yang Direfrigerasi (ALREF) untuk Penanganan Ikan di Atas Kapal Kecil (10 - 15 GT) (Tri Nugroho Widiyanto, Ahmat Fauzi, Naila Zulfia, Farid Hidayat, dan Luthfi Assadad)	39
4. Mesin Pembuat Es Hibrid untuk Mencukupi Kebutuhan Es di Daerah 3 T (Putri Wullandari, Arif Rahman Hakim, dan Widiarto Sarwono).....	59

5. Desain Otomatisasi Tambat Labuh Kapal Penangkap Tuna: Studi Kasus pada Tambat Labuh Kapal di Pelabuhan Benoa, Bali (Waryanto dan Budi Nugraha)	83
6. VMS <i>Data Mining</i> untuk Pengelolaan Perikanan Tangkap yang Berkelanjutan (Marza Ihsan Marzuki).....	105
7. Sistem Pemantauan, Kontrol, dan Pengawasan Kapal Perikanan (Ariani Andayani).....	131
8. Perancangan Perangkat Keras Unit Sensor Suhu Nirkabel untuk Perangkat Observer Perikanan Elektronik Berbasis Telepon Pintar (Hadhi Nugroho dan Agus Sufyan).....	143
9. Epilog (Wijopriono dan Budi Nugraha)	167
GLOSARIUM	171
INDEKS SUBJEK.....	179
PROFIL PENULIS.....	183

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1.	Pukat cincin dengan alat bantu penangkapan cahaya lampu halogen...21
Gambar II.2.	Armada kapal penangkapan cumi-cumi yang beroperasi di Laut Arafura23
Gambar II.3.	Salah satu tipe lampu bawah air menggunakan teknologi LED untuk alat bantu penangkapan ikan25
Gambar III.1.	Palka ikan kapal 7 GT dan es balok40
Gambar III.2.	Ilustrasi ALREF pada kapal penangkap ikan45
Gambar III.3.	Desain palka dan evaporator.....48
Gambar III.4.	Desain komponen pendingin48
Gambar III.5.	Hasil konstruksi palka dan rangkaian mesin pendingin49
Gambar III.6.	Uji kinerja mesin pendingin.....50
Gambar III.7.	Suhu air, udara, dan lingkungan selama pengujian dengan air laut.....51
Gambar III.8.	Suhu ikan dan air selama pengujian dengan beban ikan.....54
Gambar IV.1.	Mekanisme perubahan energi surya menjadi energi listrik oleh panel surya..61
Gambar IV.2.	Mesin pembuat es64

Gambar IV.3.	Kondensor dan katup ekspansi	64
Gambar IV.4.	Pipa kapiler dan kompresor	65
Gambar IV.5.	Saluran pemasukan air dan tangki air ..	65
Gambar IV.6.	<i>Ice spout / auger</i>	66
Gambar IV.7.	Es serpihan yang dihasilkan.....	67
Gambar IV.8.	Penyusunan sembilan panel surya 200 Wp	68
Gambar IV.9.	Penyusunan Hybrid 1kW – 5kW inverter / <i>charger</i>	72
Gambar IV.10.	Monitor inverter / <i>charger</i> PSV - 2kW ...	72
Gambar IV.11.	Boks untuk menyimpan inverter dan baterai.....	75
Gambar IV.12.	Boks untuk menyimpan inverter dan baterai.....	75
Gambar IV.13.	Lokasi uji performansi	76
Gambar IV.14.	Pengaruh suhu lingkungan terhadap tegangan sel surya di Lampung Selatan.....	77
Gambar IV.15.	Hasil uji coba performansi di Lampung Selatan.....	78
Gambar V.1.	Kapal rawai tuna yang bersandar di Pelabuhan Benoa – Bali.....	84
Gambar V.2.	Jumlah kapal rawai tuna yang mendaratkan hasil tangkapan di Pelabuhan Benoa tahun 2004-2015	85

Gambar V.3.	Contoh mikrokontroler Atmega 8535	88
Gambar V.4.	Manajemen basis data data	91
Gambar V.5.	Model pelabuhan tempat tambat labuh kapal, kotak bergaris merah adalah area sandar kapal, sedangkan garis lurus merah adalah jalan untuk kapal ...	94
Gambar V.6.	Model papan informasi keberadaan area sandar kapal	95
Gambar V.7.	Model identitas area sandar kapal (kotak berwarna kuning) menggunakan penomoran.....	96
Gambar V.8.	Desain sistem kerja otomatisasi tambat labuh kapal di pelabuhan.....	96
Gambar V.9.	Desain perancangan tegangan pada mikrokontroler untuk proses otomatisasi tambat labuh kapal di pelabuhan	98
Gambar V.10.	Desain perancangan pengendali pada mikrokontroler untuk proses otomatisasi tambat labuh kapal di pelabuhan	99
Gambar V.11.	Desain perancangan rangkaian sumber cahaya pada mikrokontroler untuk proses otomatisasi tambat labuh kapal di pelabuhan	100

Gambar V.12.	Desain perancangan LCD pada mikrokontroler untuk proses otomatisasi tambat labuh kapal di pelabuhan	101
Gambar V.13.	Diagram alir pembuatan program mikrokontroler untuk proses otomatisasi tambat labuh kapal di pelabuhan	102
Gambar VI.1.	<i>Trend</i> stok ikan global tahun 1974 - 2013.....	107
Gambar VI.2.	Distribusi <i>fishing effort</i> yang diturunkan dari data VMS untuk kapal <i>longline</i>	119
Gambar VII.1.	Komponen sistem pemantauan kapal (VMS).....	135
Gambar VIII.1.	Diagram blok rangkaian perangkat keras unit sensor suhu nirkabel.....	146
Gambar VIII.2.	Perangkat keras unit sensor suhu nirkabel	151
Gambar VIII.3.	Antarmuka unit sensor suhu nirkabel ...	152
Gambar VIII.4.	Tampilan titik akses dengan nama “ModulSensorSuhu” dalam jaringan <i>wifi</i> dilihat dari layar perangkat telepon pintar.....	154
Gambar VIII.5.	Contoh permintaan data melalui web browser dan respons data dari alat	156

Gambar VIII.6. Tampilan aplikasi e-observer di telepon pintar untuk membaca data suhu permukaan air	158
Gambar VIII.7. Grafik perbandingan hasil pengukuran suhu air oleh termometer digital dan sensor suhu DS18B20	161

DAFTAR TABEL

Tabel II.1.	Sensitivitas penglihatan untuk beberapa spesies ikan laut.....	16
Tabel II.2.	Perilaku berbagai spesies ikan sebagai respons terhadap warna dan intensitas cahaya	19
Tabel IV.1.	Komponen utama mesin pembuat es dan fungsinya.....	62
Tabel IV.2	Spesifikasi panel surya.....	69
Tabel IV.3	Spesifikasi <i>hybrid</i> 1KW – 5KW inverter / <i>charger</i>	73
Tabel IV.4.	Intensitas radiasi matahari dan suhu lingkungan rata-rata di Lampung Selatan.....	78
Tabel VI.1.	Metode untuk menentukan aktivitas kapal perikanan menggunakan data VMS	114

APLIKASI TEKNOLOGI PENGELOLAAN PERIKANAN TANGKAP: PROLOG

Wijopriono dan Budi Nugraha

Pusat Riset Perikanan, BRSDM - KKP

Jl. Pasir Putih II, Ancol Timur, Jakarta

E-mail: wijopriono@yahoo.com

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara kepulauan terbesar di dunia memiliki luasan perairan sebesar 77% dari wilayah negara. Perairan yang sangat luas ini menjadikan Indonesia merupakan negara penghasil perikanan laut kedua dunia setelah China dengan produksi sebesar 6 216 777 ton dan 6 109 783 ton di tahun 2015 dan 2016 secara berurutan (FAO, 2018). Hal ini menunjukkan bahwa perikanan laut merupakan salah satu sub sektor yang memberikan kontribusi ekonomi yang penting, berperan sebagai penyedia lapangan kerja, sumber protein bagi ketahanan pangan dan penyumbang devisa.

Pertumbuhan penduduk dan permintaan produk perikanan yang terus meningkat telah menyebabkan nelayan dan industri perikanan berlomba-lomba untuk meningkatkan hasil tangkapannya. Ukuran kapal dan

mesin yang digunakan semakin bertambah besar agar dapat menjangkau daerah tangkapan yang lebih jauh. Perkembangan teknologi elektronik maupun digital telah berkontribusi sangat signifikan terhadap efisiensi penangkapan. Teknik pendinginan dan pembekuan ikan di atas kapal mulai dari sistem yang sederhana maupun yang modern telah diterapkan di atas kapal untuk menjaga mutu hasil tangkapan.

Tingkat eksploitasi sumberdaya ikan di berbagai area penangkapan terus meningkat dan cenderung tidak terkendali. Secara global, stok sumberdaya ikan tahun 2015 yang telah dimanfaatkan secara penuh sebesar 59,9% dan hanya 7,0% yang masih potensial untuk ditingkatkan produksinya (*underexploited*). Stok ikan yang berada dalam tingkat yang berkelanjutan secara biologis (*biologically sustainable levels*) telah menunjukkan tren menurun, dari 90,0% pada tahun 1974 menjadi 66,9% pada tahun 2015. Sebaliknya, persentase stok yang dimanfaatkan pada tingkat yang tidak berkelanjutan secara biologis (*biologically unsustainable levels*) meningkat dari 10% pada tahun 1974 menjadi 33,1% pada 2015 (FAO, 2018). Di Indonesia, hasil pengkajian stok menunjukkan bahwa 37% dari total stok sumberdaya ikan 9 komoditas yang dikaji telah berada dalam kondisi lebih tangkap

(overexploited), 44% telah dimanfaatkan penuh (*fully exploited*), hanya sekitar 19% yang masih potensial dapat ditingkatkan produksinya (*underexploited*) (Suman *et al.*, 2016)

Salah satu tantangan dalam pengelolaan sumber daya ikan adalah penangkapan ikan secara tidak legal, tidak dilaporkan dan tidak diatur (*IUU Fishing*). Secara global, *IUU fishing* dikenal sebagai ancaman utama bagi keberlanjutan sumber daya perikanan dan untuk orang yang mata pencahariannya bergantung pada sumber daya ikan dan ekosistem laut secara umum. Indonesia telah melakukan berbagai upaya untuk mengatasinya selama dekade terakhir ini. Pemerintah telah memperbaharui banyak peraturan perikanan dan memperkuat penegakan hukum agar mampu mengambil tindakan efektif terhadap pelaku dalam mencegah ketidakpatuhan dan membangun mekanisme untuk mendorong kepatuhan. Inovasi teknologi pemantauan, kontrol, dan pengawasan telah diterapkan sebagai upaya untuk mendeteksi *IUU fishing*. Inovasi teknologi tersebut telah memungkinkan pengelola perikanan dapat memonitor armada penangkapan dan melindungi sumber daya perikanan dengan lebih baik.

TEKNOLOGI ALAT PENANGKAPAN IKAN DAN PENANGANAN HASIL TANGKAPAN

Permintaan produk perikanan yang terus meningkat telah mendorong pelaku usaha perikanan tangkap terus berusaha meningkatkan upaya penangkapan dan efisiensi sistem penangkapan yang digunakan. Salah satu teknologi yang berkembang cukup cepat adalah penggunaan cahaya buatan (*artificial light*) yang berupa lampu untuk alat bantu pengumpul ikan (*fish aggregating devices*). Di Indonesia, *artificial light* digunakan pada berbagai jenis perikanan yang umumnya disebut *light fishing*, mulai dari perikanan skala kecil maupun skala industri. Meskipun saat ini penerapan penggunaan *artificial light* telah mulai digunakan untuk perikanan demersal seperti untuk perikanan bubu (Bryhn *et al.*, 2014; Nguyen *et al.*, 2017) untuk meningkatkan produktivitas penangkapan, alat bantu pengumpul ikan ini umumnya digunakan untuk penangkapan ikan-ikan pelagis dan dioperasikan pada malam hari seperti pada perikanan bagan (*lift nets*), pukot cincin (*purse seine*), payang (*danish seine*), armada pancing cumi (*squid jigging*), pancing ulur (*handlines*). Pada beberapa perikanan seperti pukot cincin dan pancing ulur, *artificial light* digunakan bersama-sama dengan

rumpon dengan menggunakan daun kelapa sebagai pemikat (*lure*) ikan.

Alat bantu pengumpul ikan berupa cahaya / lampu (*artificial light*) sudah dimanfaatkan sejak tahun 1950-an (Arimoto *et al.*, 2010). Pada awalnya lampu yang digunakan adalah lampu petromaks (*kerosene lamps*), berkembang menggunakan lampu dengan teknologi yang lebih maju dan daya yang semakin besar. Penggunaan alat bantu cahaya (*light fishing*) menjadi tidak terkendali. Masalah penggunaan daya lampu yang berlebihan memunculkan tantangan potensial untuk keberlanjutan dan pengembangan perikanan dalam jangka panjang. Konsep teknologi *artificial light*, perkembangan aplikasinya dalam bidang perikanan tangkap serta dampak yang ditimbulkan dan rekomendasi dalam meminimalisasi dampak negatif terhadap stok sumber daya ikan dibahas pada bagian awal buku ini.

Kehilangan nilai karena mutu dalam rantai pascapanen banyak terjadi pada sub sektor perikanan tangkap. Kerugian ditemukan di sepanjang rantai nilai (Gustavsson *et al.*, 2011) yang sebagian besar terjadi pada perikanan artisanal, skala kecil, dan perikanan berbasis rumah tangga di daerah tropis dan wilayah sub tropis (Suuronen *et al.*, 2017). Kerugian akibat kualitas pada

rantai pascapanen dapat lebih besar dari 70% dari total kerugian dalam rantai nilai tersebut dan mengakibatkan hilangnya kualitas tinggi protein, asam lemak penting, dan zat gizi mikro (FAO, 2014). Kehilangan nilai karena kualitas tersebut akan berdampak negatif pada keamanan pangan dan gizi, karena konsumen mendapatkan ikan berkualitas rendah, sementara pelaku rantai nilai juga mendapatkan keuntungan ekonomi yang lebih rendah. Hasil studi menunjukkan bahwa bahwa 65% kerugian pascapanen disebabkan oleh masalah teknis, defisiensi teknologi, dan / atau infrastruktur, ditambah dengan pengetahuan dan keterampilan yang tidak memadai di penanganan pascapanen (Diei-Ouadi *et al.*, 2015; Wibowo *et al.*, 2017). Salah satu fase rantai pascapanen yang penting adalah penanganan ikan di atas kapal. Sesuai dengan struktur armada perikanan tangkap di Indonesia yang sebagian besar adalah kapal-kapal skala kecil, teknologi *refrigerated sea water* (RSW) untuk penanganan ikan di atas kapal kecil (10-15 GT) dan mesin pembuat es hibrid untuk mencukupi kebutuhan es dipaparkan pada bagian berikutnya dalam buku ini. Selain itu, untuk efisiensi sistem pendaratan ikan, desain otomatisasi tambat labuh kapal penangkap, khususnya untuk armada tuna disajikan dalam bahasan buku ini.

TEKNOLOGI PEMANTAUAN, KONTROL, DAN PENGAWASAN (MONITORING, CONTROL, AND SURVEILLANCE TECHNOLOGIES)

IUU fishing merusak upaya-upaya nasional, regional, dan global dalam mengelola perikanan yang berkelanjutan. Berbagai upaya telah dilakukan pemerintah dalam kerangka pemantauan, kontrol, dan pengawasan terhadap praktek-praktek penangkapan ikan untuk tercapainya pemanfaatan sumber daya perikanan yang berkelanjutan. Kemajuan teknologi telah secara signifikan berkontribusi terhadap keberhasilan dalam pemberantasan kegiatan penangkapan ikan ilegal. Di Indonesia, pemberantasan praktek *IUU fishing* telah menjadi prioritas kerja utama pemerintah melalui Kementerian Kelautan dan Perikanan. Kewajiban pemasangan *vessel monitoring system* (VMS), *automatic identification system* (AIS), pengawasan menggunakan citra satelit radar, dan pengawasan melalui observer di atas kapal penangkap ikan telah diberlakukan untuk kapal-kapal penangkap ikan > 30 GT dan kapal-kapal yang beroperasi di ZEE (zona ekonomi eksklusif) dan laut lepas. Konsep dan aplikasi sistem pemantauan, kontrol, dan pengawasan kapal perikanan dijelaskan dalam bagian buku ini, termasuk pembahasan VMS *data mining* untuk pengelolaan perikanan tangkap yang berkelanjutan.

Teknologi perangkat keras unit sensor suhu nirkabel untuk perangkat observer perikanan elektronik berbasis telepon pintar disajikan pada bagian akhir buku ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arimoto, T. (2013). Fish Behaviour and Visual Physiology in Capture Process of Light Fishing. Symposium on Impacts of Fishing on the Environment: ICES-FAO Working Group on Fishing Technology and Fish Behaviour, May 6-10. Bangkok, Thailand: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Bryhn, A.C., Königson, S.J., Lunneryd, S.G., dan Bergenius, M.A.J. (2014). Green Lamps as Visual Stimuli Affect the Catch Efficiency of Floating Cod (*Gadus morhua*) Pots in the Baltic Sea. *Fish. Res.*, 157, 187–192.
- Diei-Ouadi, Y., Sodoke, B.K., Ouedraogo, Y., Oduro, F.A., Bokobosso, K., dan Rosenthal, I. (2015). Strengthening the Performance of Post-Harvest Systems and Regional Trade in Small-Scale Fisheries – Case Study of Postharvest Loss Reduction in the Volta Basin Riparian Countries. FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1105.

- Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2014). The State of World Fisheries and Aquaculture 2014. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2018). The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the Sustainable Development Goals. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Gustavsson, J., Cederberg, C., Sonesson, U., van Otterdijk, R., dan Meybeck, A. (2011). Global Food Losses and Food Waste – Extent, Causes and Prevention. Study Conducted for the International Congress Save Food, 16-17 May. Düsseldorf, Germany: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Nguyen, Q.K., Winger, P.D., Morris, C., dan Grant, S.M. (2017). Artificial Lights Improve the Catchability of Snow Crab (*Chionoecetes opilio*) Traps. *Aquacult. Fish.*, 2(3), 124–133.
- Suman, A., Irianto, H.E., Satria, F., dan Amri, K. (2016). Potensi dan Tingkat Pemanfaatan Sumber Daya Ikan di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPP NRI) Tahun 2015 serta Opsi

Pengelolaannya. Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia, 8(2), 97-110.

Suuronen, P., Siar, S.V., Edwin, L., Thomas, S.N., Pravin, P., dan Gilman, E. (2017). Proceedings of the Expert Workshop on Estimating Food Loss and Wasted Resources from Gillnet and Trammel Net Fishing Operations, Cochin, India, 8-10 April 2015. FAO Fisheries and Aquaculture Proceedings No. 44. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Wibowo, S., Utomo, B.S.B., Syamdidi, Ward, A.R., Diei-Ouadi, Y., Siar, S., dan Suuronen, P. (2017). Case Studies on Fish Loss Assessment of Smallscale Fisheries in Indonesia. FAO Fisheries and Aquaculture Circular No.1129. Rome, FAO.

PEMANFAATAN TEKNOLOGI CAHAYA BUATAN (*ARTIFICIAL LIGHT*) UNTUK ALAT BANTU PENANGKAPAN IKAN

Wijopriono

Pusat Riset Perikanan, BRSDM - KKP

Jl. Pasir Putih II, Ancol Timur, Jakarta

E-mail: wijopriono@yahoo.com

GAMBARAN UMUM

Penangkapan ikan dengan menggunakan alat bantu cahaya telah menjadi salah satu metode penangkapan yang paling efisien dan paling berhasil dalam menangkap spesies ekonomis penting pada perikanan skala industri. Saat ini teknologinya telah secara luas diaplikasikan pada berbagai perikanan pelagis dan demersal, baik pada alat-alat tangkap yang dioperasikan secara tetap maupun bergerak (Solomon dan Ahmed, 2016; Nguyen *et al.*, 2017).

Merupakan suatu hal yang penting untuk mengetahui perilaku organisme laut dalam merespons cahaya buatan dan mengapa organisme tersebut tertarik ataupun

menghindari cahaya. Sebagian besar hasil penelitian telah menyimpulkan bahwa warna terang (kualitas) dan intensitas (kuantitas) memainkan peran utama dalam daya tarik dengan memproduksi stimulus yang memikat (Marchesan *et al.*, 2005; Matsui *et al.*, 2016). Tingkat sensitivitas dan pola perilaku yang ditunjukkan diketahui bervariasi antar spesies (Frank *et al.*, 2012; Arimoto, 2013). Mata ikan dewasa sering berbeda dari ikan yang lebih muda karena daya lihat pada ikan muda diperlukan untuk tugas-tugas sederhana, seperti migrasi vertikal untuk menghindari predator, sementara daya lihat di tahap umur ikan yang lebih tua sering digunakan untuk tugas yang lebih rumit, termasuk navigasi, pengenalan dan penangkapan mangsa, untuk penglihatan spasial, pemilihan pasangan, dan komunikasi (Cronin dan Jinks, 2001).

Meskipun kontribusi positif cahaya buatan dalam penangkapan ikan komersial telah terbukti, namun intensitas yang berlebih dalam penggunaannya juga menimbulkan efek negatif. Penangkapan dengan alat bantu cahaya buatan diketahui berkontribusi pada penangkapan ikan yang berlebih (*overexploited*), *bycatch*, dan emisi gas rumah kaca. Ini memunculkan tantangan potensial untuk pengembangan perikanan berkelanjutan

secara global dalam jangka panjang (Thompson, 2013; Mills *et al.*, 2014). Berkaitan dengan hal tersebut, telah banyak hasil-hasil penelitian yang membahas tentang daya lihat dan perilaku ikan dalam merespons cahaya buatan dengan tujuan mengembangkan dan mempromosikan praktik penangkapan ikan yang berkelanjutan, termasuk peningkatan efisiensi dalam penangkapan ikan, pengurangan *bycatch* dan *discards*, dan mitigasi interaksi dengan spesies yang dilindungi.

Tulisan ini membahas respons sistem visual pada ikan terhadap cahaya buatan, perkembangan aplikasi teknologi cahaya buatan sebagai alat bantu dalam penangkapan ikan di industri perikanan, dan mendiskusikan solusi potensial yang meningkatkan efek positif dan meminimalkan efek negatif dari penggunaan cahaya buatan untuk penangkapan ikan.

DAYA LIHAT SPESIES IKAN DAN RESPONNYA TERHADAP CAHAYA BUATAN

Sistem penglihatan pada hewan laut berperan penting dalam mendeteksi mangsa, tempat tinggal, hewan sejenisnya, serta berinteraksi dengan alat tangkap dan kapal penangkap (Arimoto *et al.*, 2010). Ketajaman penglihatan, sensitivitas spektral, dan kemampuan

mendeteksi gerakan adalah komponen utama yang menentukan kapasitas daya lihat hewan akuatik (Zhang, 1992). Organisme di lingkungan laut dan habitat yang berbeda memerlukan kepekaan spektral yang berbeda, terutama untuk spesies demersal seperti *decapod* dan krustasea (Johnson *et al.*, 2002).

Memahami sistem penglihatan, terutama untuk spesies ikan ekonomis penting merupakan langkah kunci dalam pengembangan teknologi perikanan modern dan operasi penangkapan ikan yang berkelanjutan. Sejumlah studi telah dilakukan terhadap daya lihat vertebrata air dalam beberapa dekade terakhir ini dan ditemukan perbedaan dalam struktur mata antara ikan, krustasea (udang dan kepiting), dan cumi-cumi. Banyak spesies ikan dan krustasea memiliki kemampuan untuk mengenali warna, dengan resolusi dan sensitivitas spektrum warna luas. Beberapa spesies laut dangkal bahkan dapat mendeteksi radiasi ultraviolet (Arimoto *et al.*, 2010; Kroger, 2013). Sebaliknya, sebagian besar cumi-cumi dan sotong buta warna (Kroger, 2013). Banyak spesies laut dalam hidup di kedalaman >200 m memiliki sensitivitas warna terbatas karena struktur mata, yang terdiri hanya bagian *rods* dan tidak memiliki bagian *cones* mata (Munk, 1964). Sekitar delapan spesies ikan dan sebagian besar

invertebrata (*cephalopoda* dan krustasea) diketahui peka terhadap cahaya terpolarisasi (Lerner, 2013). Beberapa spesies memiliki kemampuan untuk menggabungkan *cones* mata yang lebih sensitif (merah, hijau, dan biru) di mana mereka dapat membedakan spektrum yang lebih luas (Arimoto *et al.*, 2010). Misalnya, daya lihat warna pada udang mantis (*Haptosquilla trispinosa*) mampu melihat sampai dengan 16 jenis pigmen warna (Cronin *et al.*, 2001).

Diperlukan cahaya sekitar yang cukup untuk sebagian besar ikan untuk membentuk gambar visual. Jumlah cahaya sekitar tergantung pada kedalaman air, waktu harian, dan transparansi atau kekeruhan air (Arimoto, 2013). Sejumlah penelitian telah dilakukan selama beberapa dekade terakhir untuk mengetahui ambang batas intensitas cahaya minimum untuk ikan. Tingkat kontras warna antar alat tangkap terhadap berbagai latar belakang dan kondisi cahaya sekitarnya adalah faktor kunci yang mempengaruhi perilaku ikan dan daya tangkap (*catchability*). Hubungan antara maksimal jarak pengamatan dan panjang ikan dijelaskan oleh Zhang dan Arimoto (1993). Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa ketajaman penglihatan dalam kasus-kasus sederhana tergantung pada ukuran ikan dan kepadatan

cones mata, sementara jarak penglihatan maksimum untuk berbagai ukuran target visual adalah proporsional dengan ukuran target / objek yang dilihat.

Daya penglihatan ikan dalam mendeteksi objek bergerak tergantung pada ketajaman visual mereka dan durasi waktu (waktu yang diambil untuk memproses gambar), serta tingkat pencahayaan. Untuk menghasilkan gambar kontinu dari gambar / objek yang berkedip-kedip identik dengan gabungan frekuensi kedip gambar / objek dan tergantung pada intensitas cahaya, suhu, dan durasi kilasan (Arimoto *et al.*, 2010). Sebagian besar ikan memiliki kemampuan mendeteksi pergerakan gambar / objek dengan intensitas cahaya sangat rendah antara 10^{-7} dan 10^{-4} lux (Protasov, 1970), tetapi minimum intensitas cahaya agar hewan dapat berfungsi secara visual adalah $\approx 4,0 \pm 1,5 \times 10^5$ foton $\text{cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (Doujak, 1985). Tabel II.1 memberikan ulasan tentang kepekaan penglihatan untuk spesies ikan laut yang dipublikasikan dalam literatur ilmiah.

Tabel II.1

Sensitivitas penglihatan untuk beberapa spesies ikan laut

Jenis	Nama Ilmiah	Gelombang Cahaya(nm)	Sumber
Makerel	<i>Trachurus japonicas</i>	497,5	Anraku dan Matsuoka (2013)

Aplikasi Teknologi Pengelolaan Perikanan Tangkap

Cumi-cumi	<i>Todarodes pacificus</i>	580	Matsui <i>et al.</i> (2016)
Udang mantis	<i>Haptosquilla trispinosa</i>	300 - 720	Cronin <i>et al.</i> (2001);
	<i>Gonodactylaceus mutatus</i>	400 - 551	Cronin dan Jinks (2001)
Udang laut dalam	<i>Eugonatonotus crassus</i>	497	Frank <i>et al.</i> (2012)
	<i>Heterocarpus ensifer</i>	497	Frank <i>et al.</i> (2012)
	<i>Munidopsis tridentate</i>	487	Frank <i>et al.</i> (2012)
Lobster	<i>Gastroptychus spinifer</i>	470	Frank <i>et al.</i> (2012)
	<i>Bathynectes longipes</i>	487	Frank <i>et al.</i> (2012)
Rajungan	<i>Callinectes sapidus</i>	504	Cronin dan Jinks (2001)

Telah diketahui sejak lama bahwa ikan dapat tertarik terhadap cahaya buatan (lampu). Penjelasan tentang bagaimana dan mengapa ikan tertarik pada cahaya buatan dalam beberapa dekade ini telah banyak diteliti. Diketahui bahwa terdapat empat pola gerakan yang umum dalam responnya terhadap cahaya, yaitu fototaksis, *photokinesis*, agregasi, dan migrasi diurnal vertikal (Ciriaco *et al.*, 2003). Fototaksis adalah gerakan tubuh hewan dalam merespons cahaya buatan, baik mendekat terhadap sumber cahaya (fototaksis positif) atau sebaliknya menjauh (fototaksis negatif). *Photokinesis* adalah gerakan, atau kurang gerakan, sebagai respons terhadap cahaya. Agregasi adalah kapan hewan membentuk kelompok atau klaster

Pemanfaatan Teknologi Cahaya Buatan (*Artificial Light*) untuk Alat Bantu Penangkapan Ikan

sebagai respons terhadap cahaya. Migrasi diurnal vertikal adalah ketika hewan naik dan turun di kolom air sebagai respons terhadap siklus pemakanan (Yami, 1976; Sokimi dan Beverly, 2010).

Warna (panjang gelombang) yang dihasilkan oleh cahaya buatan dapat sangat mempengaruhi respons perilaku organisme laut (Matsui *et al.*, 2016). Setiap spesies memiliki panjang gelombang dan tingkat iluminasi optimal dalam hubungannya perilaku mereka untuk bergerombol (Villamizar *et al.*, 2011). Tabel II.2 menunjukkan beberapa ulasan literatur perilaku berbagai spesies ikan dalam merespons warna dan intensitas cahaya. Sementara beberapa spesies dapat berfungsi secara visual di bawah ultraviolet atau merah jauh (*far red*), kebanyakan spesies ikan mempersepsikan cahaya dalam rentang spektrum 40-750 nm (violet sampai merah). Namun, sebagian besar spesies laut dalam memiliki tingkat absorpsi puncak berkisar antara 468 - 494 nm, di mana spesies ikan yang berbeda memiliki tingkat yang berbeda dalam penerimaan cahaya (Anongponyoskun *et al.*, 2011). Intensitas cahaya yang dihasilkan oleh cahaya buatan juga sangat memengaruhi perilaku respons ikan (Villamizar *et al.*, 2011).

Tabel II.2

Perilaku berbagai spesies ikan sebagai respons terhadap warna
dan intensitas cahaya

Jenis	Nama Ilmiah	Deskripsi	Sumber
Makerel Pasifik	<i>Scomber japonicas</i>	Tertarik untuk lampu biru, hijau, dan putih. Tidak ada respons ke lampu warna merah	Lee (2013)
Makerel Atlantik	<i>Scomber scombrus</i>	Lebih disukai pencahayaan bawah air 2,40-39,50 lux	Inoue (1972)
Baramundi	<i>Dicentrarchus labrax</i>	Respons yang lebih kuat untuk panjang gelombang yang lebih pendek, dan bereaksi terhadap warna seperti biru dan hijau dengan menahan gerakan dan fototaksis negatif	Ciriaco <i>et al.</i> (2003); Marchesan <i>et al.</i> (2005)
Cumi-cumi	<i>Todarodes pacificus</i>	Tertarik untuk lampu biru, hijau, dan putih. Tidak ada respons ke lampu warna merah	An dan Jeong (2011); Matsui <i>et al.</i> (2016)
Cumi-cumi	<i>Loligo chinensis</i>	Penerangan bawah air yang optimal bervariasi antara 1,5 dan 22,5 lux	Ibrahim dan Hajisamae (1999)
Sotong	<i>Sepioteuthis lessoniana</i>	Penerangan bawah air yang	Ibrahim dan Hajisamae

**Pemanfaatan Teknologi Cahaya Buatan (*Artificial Light*) untuk
Alat Bantu Penangkapan Ikan**

Teri	<i>Engraulidae</i>	optimal bervariasi (1999)
		antara 1,5 dan 25 lux
		Lebih menyukai Inoue (1972)
		penerangan
		bawah air 0,03-6,0 lux

PERKEMBANGAN TEKNOLOGI CAHAYA BUATAN DALAM PERIKANAN

Perkembangan teknologi lampu listrik telah meningkatkan penggunaan alat bantu cahaya buatan untuk penangkapan ikan, baik pada perikanan skala kecil hingga skala besar untuk bagan (*lift net*), kapal jaring, pukat cincin (*purse seine*), kapal penangkap cumi-cumi (*squid jigging*), dengan menggunakan lampu listrik seperti lampu pijar, neon, dan merkuri.

Penggunaan cahaya buatan dalam kegiatan penangkapan ikan telah secara intensif dilakukan. Perikanan pelagis kecil di berbagai wilayah laut Indonesia telah dieksploitasi sejak 1970-an, terutama dengan menggunakan alat tangkap bagan tancap maupun bagan apung dan pukat cincin. Spesies dominan yang ditangkap adalah layang (*Decapterus* spp), banyar (*Rastrelliger* spp) dan lemuru (*Sardinella* spp) (Mahiswara *et al.*, 2013; Sulaiman *et al.*, 2015; Yusuf, 2016). Spesies ikan pelagis membuat gerombolan kecil, biasanya berlindung di sekitar

rumpon, dan tertarik pada cahaya di malam hari. Dengan karakteristik ini, menangkap ikan dengan pukat cincin lebih mudah, sebagian besar nelayan menggunakan rumpon dan cahaya buatan (lampu) untuk menarik dan mengumpulkan ikan sebelum ditangkap. Saat ini pukat cincin telah menggunakan lampu di atas kapal dengan kekuatan lebih dari 30 kW (kilo watt) untuk alat bantu penangkapannya (Gambar II.1). Penggunaan rumpon dan lampu mampu meningkatkan efisiensi penangkapan sehingga kemampuan pukat cincin untuk menangkap ikan meningkat. Begitu juga untuk alat tangkap lainnya yang operasinya menggunakan alat bantu cahaya buatan (lampu), seperti armada penangkapan cumi-cumi.



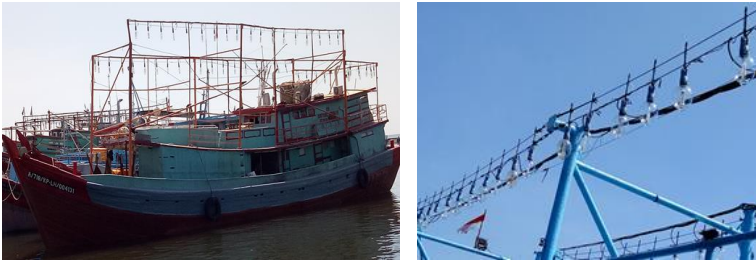
Gambar II.1

Pukat cincin dengan alat bantu penangkapan cahaya lampu halogen

(Sumber: Rahardjo, 2010)

Penggunaan cahaya buatan yang dikombinasikan dengan *jigging* telah sangat sukses untuk menarik dan mengumpulkan cumi-cumi di malam hari. Alat pancing cumi-cumi (*jigging*) mungkin merupakan salah satu metode tertua yang digunakan di Jepang dan negara-negara lain termasuk Norwegia, Inggris, dan beberapa lainnya di Kepulauan Pasifik. Hampir semua aspek pada perikanan cumi-cumi dengan *jigging* telah mengalami perkembangan cepat dalam beberapa dekade terakhir. Mesin *jigging* otomatis telah dikembangkan sekitar tahun 1965 dan secara otomatis dioperasikan dengan komputer diperkenalkan dan dikembangkan pada akhir 1980-an (An, 2013). Metode *jigging* memanfaatkan cahaya terang di atas kapal pada malam hari untuk menarik cumi-cumi ke permukaan. Di Indonesia, armada penangkap cumi-cumi skala industri berkembang pesat, terutama di Laut Arafura setelah diberlakukan moratorium perizinan usaha perikanan tangkap di wilayah pengelolaan perikanan NRI melalui Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan No. 54/PERMEN-KP/2014 yang telah direvisi menjadi Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan No.10/PERMEN-KP/2015 dan Larangan Penggunaan Alat Penangkapan Ikan Pukat Hela (*Trawls*) dan Pukat Tarik (*Seine Nets*) di WPPNRI melalui Peraturan Menteri

Kelautan dan Perikanan No. 2/PERMEN-KP/2015. Kapal-kapal pancing cumi-cumi yang beroperasi di Laut Arafura datang dari berbagai wilayah lain di Indonesia, terutama dari pantai utara Jawa di mana kapal menggunakan kekuatan lampu 30-75 kW.



Gambar II.2

Armada kapal penangkapan cumi-cumi yang beroperasi di Laut Arafura

(Sumber: Wijopriyono *et al.*, 2019)

Perkembangan teknologi semikonduktor di industri pada akhirnya menghasilkan teknologi lampu *light emitting diode* (LED). Teknologi ini mengkonsumsi sedikit energi (penghematan energi) namun menghasilkan lumens yang tinggi. Para peneliti mencoba menerapkan teknologi lampu bawah air menggunakan LED dalam bidang penangkapan

ikan (Gambar II.3). Hasil-hasil eksperimen di berbagai jenis perikanan menunjukkan bahwa:

- *Set nets* menggunakan lampu bawah air yang dipasang 5 m di bawah permukaan secara signifikan meningkatkan hasil tangkapan ikan (Masuda *et al.*, 2013).
- Menggunakan lampu LED berdaya rendah dengan cahaya hijau (panjang gelombang 523 nm) di dalam bubu meningkatkan CPUE dan Berat Per Unit *Effort* (WPUE) (Bryhn *et al.*, 2014).
- Menambahkan lampu kecil LED berdaya rendah (panjang gelombang 456 nm) ke dalam bubu berumpan untuk menangkap kepiting meningkatkan CPUE sebesar 77% (Nguyen *et al.*, 2017).
- Memasang lampu LED kecil bertenaga rendah di dalam bubu berumpan dengan target udang (*Pandalus borealis*) menghasilkan peningkatan tiga kali lipat dalam tingkat tangkapan (Ljungberg dan Bouwmeester, 2018).



Gambar II.3

Salah satu tipe lampu bawah air menggunakan teknologi LED untuk alat bantu penangkapan ikan
(Sumber: Wijopriono *et al.*, 2018)

DAMPAK EKOLOGIS PENGGUNAAN CAHAYA BUATAN DALAM PENANGKAPAN IKAN

Pada awalnya lampu yang digunakan untuk kegiatan penangkapan ikan adalah lampu petromaks (*kerosene lamps*), kemudian berkembang menggunakan lampu neon, merkuri, dan halogen dengan daya yang semakin besar. Saat ini, penggunaan cahaya buatan (*artificial light*) menjadi tidak terkendali. Terjadi kompetisi penggunaan daya lampu yang semakin besar.

Masalah penggunaan daya lampu yang berlebihan memunculkan tantangan potensial untuk keberlanjutan dan pengembangan perikanan dalam jangka panjang. Hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa perkembangan

Pemanfaatan Teknologi Cahaya Buatan (*Artificial Light*) untuk Alat Bantu Penangkapan Ikan

penggunaan lampu dengan daya atau intensitas yang tidak terkendali telah memunculkan dampak negatif dan masalah baru, antara lain:

- berdampak pada perilaku mencari makan ikan dan risiko pemangsaan, migrasi, dan reproduksi (Thompson, 2013; Mills *et al.*, 2014; Solomon dan Ahmed, 2016)
- menangkap lebih banyak ikan muda yang belum matang gonad, yang akan mengganggu aktivitas pemijahan dan reproduksi ikan pada musim berikutnya (Murata, 1990)
- Peningkatan rata-rata *by-catch* dan *discard* (Alverson *et al.*, 1994)
- Dampak lain dari penangkapan ikan dengan cahaya buatan termasuk emisi gas rumah kaca

PENUTUP

Perkembangan teknologi cahaya buatan dan penerapannya untuk alat bantu penangkapan ikan menjadi salah satu metode operasi penangkapan ikan yang sangat efektif. Namun, penggunaan dengan intensitas yang tidak terkendali saat ini telah memunculkan dampak negatif dari penggunaan teknologi tersebut. Tindakan manajemen diperlukan. untuk mencegah penurunan atau membangun

kembali stok untuk menjamin berkelanjutan perikanan. Instrumen spesifik yang dapat dipertimbangkan untuk mengatasi masalah ini antara lain adalah tindakan pengendalian input dan output serta tindakan teknis. Pengendalian input terkait dengan kapasitas armada dan upaya penangkapan ikan. Dengan berusaha membatasi tangkapan total dan aktivitas penangkapan ikan yang pada akhirnya akan dapat mengurangi angka kematian akibat penangkapan ikan. Tindakan teknis melalui adopsi pembatasan ukuran panjang jaring maupun mata jaring dapat membantu menghindari tangkapan spesies target yang belum dewasa (berukuran kecil). Pengendalian spasial dan temporal pada penangkapan ikan dapat dicapai dengan pembentukan kawasan konservasi laut dan penutupan musim (*closed season*). Ini membantu melindungi biomassa pemijahan yang dapat mengisi kembali stok di area tangkapan ikan di sekitarnya. Pembatasan intensitas lampu yang digunakan pada perikanan yang beroperasi di perairan pantai dan pengaturan jalur penangkapan merupakan solusi tindakan teknis lainnya yang dapat diterapkan.

Penangkapan ikan dengan menggunakan alat bantu cahaya buatan merupakan metode yang efisien untuk mendapatkan tangkapan ikan. Penangkapan ikan dengan

metode tersebut tidak selalu merusak tetapi cenderung berdampak negatif untuk perikanan berkelanjutan, apalagi diperburuk oleh alat tangkap non-selektif. Oleh karena itu penting bahwa pengendalian input dan output serta tindakan teknis melalui peraturan penangkapan (ukuran mata jaring, buka-tutup musim, area konservasi, jalur penangkapan, dan pembatasan daya lampu) harus diberlakukan, ditegakkan, dan dipantau sebagai fungsi manajemen sumber daya. Selanjutnya, penegakan kepatuhan yang ketat terhadap semua peraturan yang diterapkan adalah salah satu cara untuk mengendalikan upaya penangkapan ikan, memungkinkan stok ikan bertambah dan memberi waktu ikan untuk tumbuh dan bereproduksi. Pemerintah juga perlu menyediakan sumber penghasilan alternatif bagi para nelayan. Selain itu, penangkapan menggunakan cahaya dengan teknologi yang ramah lingkungan perlu diteliti dan dikembangkan. Akan sangat bermanfaat jika aplikasi lampu bawah air (*underwater lamps*) dengan teknologi LED dengan intensitas lampu yang sesuai (pengaturan pencahayaan maksimum yang disepakati) ditambah dengan penangkapan yang selektif diadopsi.

DAFTAR PUSTAKA

- Alverson, D.L., Freeberg, M.H., Pope, J.G., dan Murawski S.A. (1994). A Global Assessment of Fisheries Bycatch and Discards. FAO Fisheries Technical Paper No. 339. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 233 pp.
- An, H.C. (2013). Research on Artificial Light Sources for Light Fishing, with a Focus on Squid Jigging. Symposium on Impact of Fishing on the Environment: ICES-FAO Working Group on Fishing Technology and Fish Behaviour. May 6–10. Bangkok, Thailand: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- An, Y.I. dan Jeong, H. G. (2011). Catching Efficiency of LED Fishing Lamp and Behavioral Reaction of Common Squid *Todarodes pacificus* to the Shadow Section of Color LED Light (in Korean with English abstract). *J. Korean Soc. Fish. Tech.*, 47(3), 183–193.
- Anongponyoskun, M., Awaiwanont, K., Ananpongsuk, S., dan Arnupapboon, S. (2011). Comparison of Different Light Spectra in Fishing Lamps. *Kasetsart J.*, 45, 856–862.

- Anraku, K. dan Matsuoka, T. (2013). Development of the Evaluation Method on the Effect of artificial Fishing Light. Symposium on Impact of Fishing on the Environment: ICES-FAO Working Group on Fishing Technology and Fish Behaviour. May 6–10. Bangkok, Thailand: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Arimoto, T. (2013). Fish Behaviour and Visual Physiology in Capture Process of Light Fishing. Symposium on Impacts of Fishing on the Environment: ICES-FAO Working Group on Fishing Technology and Fish Behaviour. May 6–10. Bangkok, Thailand: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Arimoto, T., Glass, C.W., dan Zhang, X. (2010). Fish Vision and Its Role in Fish Capture, pp. 25–44. In H. Pingguo. (Eds.). Behavior of Marine Fishes: Capture Processes and Conservation Challenges. Ames, Iowa, USA: Blackwell Publishing.
- Bryhn, A.C., Königson, S.J., Lunneryd, S.G., dan Bergenius, M.A.J. (2014). Green Lamps as Visual Stimuli Affect the Catch Efficiency of Floating Cod (*Gadus morhua*) Pots in the Baltic Sea. *Fish. Res.*, 157, 187–192.

- Ciriaco, S., Marchesan, M., Verginella, L., Vinzi, E., Ferrero, E.A., dan Spoto, M. (2003). Preliminary Observations on the Effects of Artificial Light on the Marine Environment, with Special Reference To Three Fish Species Of Commercial Value Protected by Miramare Marine Reserve. *Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata.*, 44(1), 19–26.
- Cronin, T.W., Caldwell, R.L., dan Marshall, J. (2001). Sensory Adaptation. Tunable Colour Vision in a Mantis Shrimp. *Nature*, 411, 547–548.
- Cronin, T.W. dan Jinks, R.N. (2001). Ontogeny of Vision in Marine Crustaceans. *Am. Zool.*, 41(5), 1098–1107.
- Doujak, F. (1985). Can a Shore Crab See a Star? *J. Exp. Biol.*, 116, 385–393.
- Frank, T.M., Johnsen, S., dan Cronin, T.W. (2012). Light and Vision in the Deep-Sea Benthos: II. Vision in Deep-Sea Crustaceans. *J. Exp. Biol.*, 215, 3344–3353.
- Ibrahim, S. dan Hajisamae, D. (1999). Response of Squids to Different Colours and Intensities of Artificial Light. *Pertanika J. Tropic. Agri. Sci.*, 22(1), 19–24.
- Inoue, M. (1972). Symposium on Fishing with Light. *Bull. Japanese Soc. Sci. Fish*, 38, 907–912.

- Johnson, M. L., Gaten, E., dan Shelton, P.M.J. (2002). Spectral sensitivities of five marine decapod crustaceans and a review of spectral sensitivity variation in relation to habitat. *J. Mar. Biol. Assoc. UK*, 82, 835–842.
- Kroger, R. (2013). The biology of underwater vision. Symposium on the Light session and the Topic Group Lights: ICES FAO Working Group on Fishing Technology and Fish Behaviour. May 6–10. Bangkok, Thailand: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Lerner, A. (2013). Polarization vision in the sea. Symposium on Impacts of Fishing on the Environment: ICES-FAO Working Group on Fishing Technology and Fish Behaviour. May 6–10. Bangkok, Thailand: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Lee, K. (2013). Attracting effects on swimming behaviour patterns of the chub mackerel (*Scomber japonicas*) and common squid (*Todarodes pacificus*) by LED luring lamp. Symposium on Impacts of Fishing on the Environment: ICES-FAO Working Group on Fishing Technology and Fish Behaviour. May 6–10.

Bangkok, Thailand: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Ljungberg, P. dan R. Bouwmeester. (2018). Shedding light on Swedish shrimp potting. Symposium on the Light session and the Topic Group Lights: ICES-FAO Working Group on Fishing Technology and Fish Behaviour. June 4–8. Hirtshals, Denmark: International Council for the Exploration of the Sea.

Mahiswara, Budiarti T.W, dan Baihaqi. (2013). Karakteristik teknis alat tangkap pukat cincin di perairan Teluk Apar, Kabupaten Paser - Kalimantan Timur. *J. Lit. Perikan. Ind.* 19 (1), 1-7.

Marchesan, M., Spoto, M., Verginella, L., dan Ferrero, E.A. (2005). Behavioural effects of artificial light on fish species of commercial interest. *Fish. Res.*, 73, 171–185.

Masuda, D., Kai, S., Kumazaw, T., dan Matsushita, Y. (2013). Application of the low-power underwater light to a large scale fish-trap fisher. Symposium on Impacts of Fishing on the Environment: ICES-FAO Working Group on Fishing Technology and Fish Behaviour. May 6–10. Bangkok, Thailand: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

- Matsui, H., Takayama, G., dan Sakurai, Y. (2016). Physiological response of the eye to different colored light-emitting diodes in Japanese flying squid *Todarodes pacificus*. *Fish. Sci.*, 82(2), 303–309.
- Mills, E., Gengnagel, T., dan Wollburg, P. (2014). Solar-LED alternatives to fuel-based lighting for night fishing. *Energy Sustain. Dev.*, 21, 30–41.
- Munk, O. (1964). The eyes of three benthic deep-sea fishes caught at great depths. *Galathea Rep.*, 7, 137–149.
- Murata, M. (1990). Oceanic resources of squids. *Mar. Behav. Physiol.*, 18, 19-71.
- Nguyen, Q.K., Winger, P.D., Morris, C., dan Grant, S.M. (2017). Artificial Lights Improve the Catchability of Snow Crab (*Chionoecetes opilio*) Traps. *Aquacult. Fish.*, 2(3), 124–133.
- Protasov, V. R. (1970). Vision and Near Orientation of Fish, p. 179. Washington D.C., USA: Israel Program for Scientific Translations (IPST).
- Rahardjo, P. 2010. Teknologi pemanfaatan sumber daya ikan pelagis kecil dan kapasitas penangkapan armada perikanan pukat cincin. Forum Optimalisasi Pemanfaatan Sumber Daya Ikan (Demersal dan

- Pelagis) di WPP Laut Jawa. 6-8 oktober 2010, Semarang. (Tidak Diterbitkan).
- Sokimi, W. dan Beverly, S. (2010). Small-Scale Fishing Techniques Using Light: A Manual for Fishermen, p. 54. New Caledonia: Secretariat of the Pacific Community Noumea.
- Solomon, O.O. dan Ahmed, O.O. (2016). Fishing with light: Ecological consequences for coastal habitats. *Int. J. Fish. Aquat. Studies*, 4(2), 474–483.
- Sulaiman, M., Baskoro, M.S., Taurusman, A.A., Wisudo, S.H., dan Yusfiandayani, R. (2015). Tingkah laku ikan pada perikanan bagan petepete yang menggunakan lampu LED. *J. Ilmu dan Tek. Kel. Tropis*, 7(1), 205-223.
- Thompson, D. (2013). Effects of ships lights on fish, squid and seabirds, p. 15. Prepared for Trans-Tasman Resources Ltd. Technical report.
- Villamizar, N., Blanco-Vives, B., Migaud, H., Davie, A., Carboni, S., dan Sanchez-Vazquez, F.J. (2011). Effects of light during early larval development of some aquacultured teleosts: A review. *Aquaculture*, 315, 86–94.
- Wijopriono, Cahyadi, A., Anggawangsa, R., Hargiyatno, I.T., Wibowo, S., Akbar, A. (2018). Aplikasi teknologi

light-atractor untuk alat bantu penangkapan ikan pelagis. Laporan Teknis Riset Inovasi Teknologi Adaptif Lokasi Perikanan, Pusat Riset Perikanan - Badan Riset dan Sumber Daya Manusia Kelautan dan Perikanan (Tidak Diterbitkan). Jakarta: Kementerian Kelautan dan Perikanan.

Wijopriono, Suprpto, dan Sumiono, B. (2019). Dampak Moratorium terhadap Sistem Perikanan Demersal dan Udang di WPP-NRI 718. Laporan Interim, Pusat Riset Perikanan - Badan Riset dan Sumber Daya Manusia Kelautan dan Perikanan (Tidak Diterbitkan). Jakarta: Kementerian Kelautan dan Perikanan.

Yami, B. (1976). Fishing with Light. *FAO Fishing Manuals*, p. 121. Farnham, Surrey, England: Arrangement with the Food and Agriculture and Organization of the United Nations by Fishing News Books Ltd.

Yusuf, H.N. (2016). Karakteristik teknis pukot cincin, pengaruhnya terhadap hasil tangkapan di Pacitan, Jawa Timur. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana: Institut Pertanian Bogor.

Zhang, X. M. dan Arimoto, T. (1993). Visual physiology of walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) in relation to capture by trawl nets. *ICES Mar. Sci. Symp.*, 196, 113–116.

Zhang, X. M. (1992). Study on Visual Physiology of Fish for Applying Trawl Net Operation. PhD Thesis. Tokyo University of Fisheries, Tokyo, Japan.

TEKNOLOGI AIR LAUT YANG DIREFRIGERASI (ALREF) UNTUK PENANGANAN IKAN DI ATAS KAPAL KECIL (10 - 15 GT)

**Tri Nugroho Widiyanto, Ahmat Fauzi, Naila Zulfia,
Farid Hidayat, dan Luthfi Assadad**

Loka Riset Mekanisasi Pengolahan Hasil Perikanan,
BRSDM - KKP

Jl. Imogiri Barat km. 11,5, Jetis, Bantul, DI. Yogyakarta

Email: trinugrohowidiyanto@yahoo.com

GAMBARAN UMUM

Penanganan yang kurang tepat terhadap hasil tangkapan ikan seringkali menjadi faktor kerusakan mutu ikan. Faktor yang paling berpengaruh terhadap kerusakan mutu ikan hasil tangkapan nelayan adalah proses penyimpanan selama transportasi. Metode pendinginan merupakan salah satu alternatif cara mengatasi kerusakan mutu ikan selama proses transportasi di kapal. Metode pendinginan yang sering digunakan di antaranya: penggunaan es, pencelupan air laut, dan ruangan pendingin / *cold storage*. Metode pendinginan dengan menggunakan es masih dimanfaatkan oleh sebagian

besar kapal penangkap ikan dengan ukuran kecil (sampai 15 GT) yang terdapat di Pelabuhan Perikanan Pantai (PPP) Sadeng, Yogyakarta dan Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Cilacap di Jawa Tengah. Kapal penangkap ikan di PPP Sadeng terdiri atas 50 Perahu Motor Tempel (PMT/Jukung), 52 kapal motor terdiri atas kapal sekoci 5 – 30 GT dan kapal Inka Mina >30 GT. Sedangkan kapal penangkap ikan di PPS Cilacap terdiri atas 10 – 20 GT (28 kapal) dan 20 – 34 GT (269 kapal). Rata – rata kapal motor 5 – 10 GT di PPP Sadeng memiliki 3 buah palka, dan masing – masing palka mampu menampung es balok sekitar 45 – 60 buah es balok seperti ditunjukkan pada Gambar III.1.



Gambar III.1

Palka ikan kapal 7 GT dan es balok
(Sumber: Widiyanto, *et al.*, 2016)

Konsumsi penggunaan es pada proses penyimpanan ikan selama proses transportasi ikan di PPP Sadeng berkisar antara 3 - 3,6 ton/trip atau setara dengan Rp 900 ribu sampai Rp 1,2 juta/trip dengan lama penangkapan sekitar 3-5 hari. Media pendinginan dengan menggunakan es dapat mempertahankan mutu ikan, namun terdapat permasalahan pada ikan yang terletak pada bagian bawah palka, ikan hasil tangkapan dapat mengalami kerusakan fisik akibat terjadi gesekan es dengan permukaan ikan serta mendapat tekanan es selama penyimpanan di dalam palka (Widianto, *et al.*, 2016). Selain itu, ketersediaan es berkualitas baik masih terbatas dan harganya relatif mahal. Penggunaan es pada kapal kecil juga dapat menambah berat kapal sehingga akan meningkatkan konsumsi bahan bakar. Tuna loin yang diolah di atas kapal dan didaratkan di Ambon mempunyai rata-rata suhu pusat dengan kisaran 10,56 - 16,53 °C jauh di atas suhu 4,4 °C untuk tuna sashimi (BSN, 2016). Es yang digunakan juga masih mengandung jumlah bakteri yang cukup tinggi yaitu 10^6 koloni/g, jauh melebihi persyaratan jumlah bakteri untuk es balok yang ditujukan untuk penanganan ikan yaitu 10^2 koloni/g (Suryaningrum, *et al.*, 2017).

Penggunaan teknologi yang dinilai tepat untuk penanganan ikan di atas kapal dalam jangka waktu yang

relatif tidak lama melalui pendinginan pada suhu sekitar 0 °C. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan air laut yang direfrigerasi (ALREF) atau biasa juga disebut *refrigerated sea water* (RSW), yaitu dengan mendinginkan air laut yang akan digunakan untuk media pendinginan ikan. Metode ini dapat mengurangi risiko kerusakan fisik ikan yang biasanya terjadi pada penggunaan es akibat tekanan dan gesekan permukaan ikan dengan es. Selain itu, proses pendinginan dapat berlangsung dengan cepat dan kelembaban permukaan ikan juga tetap terjaga, sehingga mutu dan kenampakan ikan tetap baik. Dengan cara seperti ini, seluruh permukaan ikan dapat berkontak langsung dengan media pendingin air es, termasuk rongga perut dan rongga insang. Cara ini cukup efisien untuk menurunkan suhu tengah tubuh ikan dalam waktu cepat (Wibowo, *et al.*, 2007). Biaya operasional penggunaan ALREF dibandingkan dengan penggunaan es balok relatif lebih hemat, karena dalam penggunaan sistem ALREF tidak memerlukan biaya tambahan lagi. Biaya yang diperlukan hanya biaya pembuatan sistem ALREF yang besarnya sama dengan biaya operasional menggunakan es balok selama 2,3 tahun (Budiarto, *et al.*, 2013).

APLIKASI TEKNOLOGI ALREF UNTUK PENANGANAN IKAN DI ATAS KAPAL KECIL (10 - 15 GT)

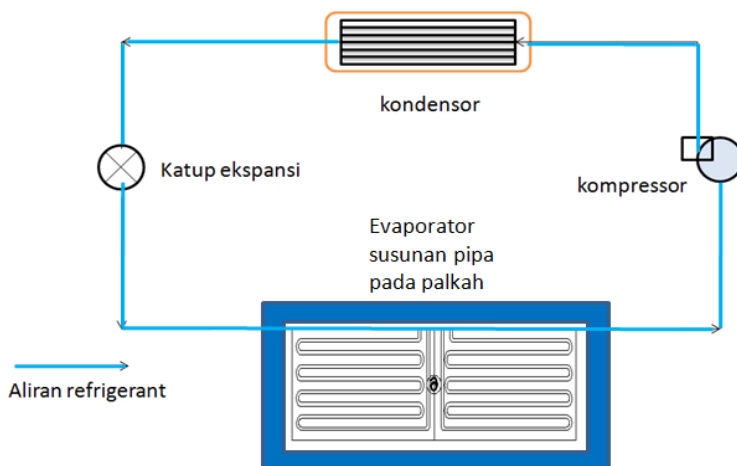
Penerapan ALREF menggunakan mesin pendingin antara lain pada kapal tuna *longline* di PPS Muara Baru Jakarta. Teknologi tersebut terbukti dapat mengurangi produk ikan tuna yang tidak memenuhi standar ekspor, dari 50,4% menjadi 21,5% (Nuraini, *et al.*, 2013). Penerapan teknologi tersebut dapat meningkatkan kualitas hasil tangkapan tuna. Penerapan teknologi ALREF dengan mesin refrigerasi masih sangat terbatas digunakan pada kapal-kapal ukuran besar seperti hasil desain mesin pendingin pada kapal kayu 58 GT oleh Effendi dan Setiawan (2016). Instalasi komponen unit pendingin yang berukuran besar membutuhkan tempat yang cukup luas serta kebutuhan energi pendinginan yang besar sehingga umumnya teknologi mesin pendingin hanya terdapat pada kapal kapal besar. Beberapa penelitian aplikasi sistem refrigerasi pada kapal kecil dan tradisional masih sangat terbatas di antaranya oleh Budiarto, *et al.* (2013) yang merancang dan membuat mesin pendingin pada kapal curik yang panjangnya 7,8 m dan lebar 2,36 m dengan kapasitas palka sebesar 0,095 m³.

Penelitian penyimpanan ALREF dibandingkan dengan es serut dilakukan Perigreen *et al.* (1975) pada

ikan makerel dan seer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas ikan makerel dan seer pada penyimpanan ALREF lebih baik dibandingkan pada es serut. Penelitian lain dilakukan oleh Hiltz *et al.* (1976) pada ikan *round silver hake*. Selama penyimpanan ikan *round silver hake* di ALREF, tekstur yang kuat dan penampilan yang dapat diterima dipertahankan selama beberapa hari lebih lama daripada disimpan dalam es. Terjadi pelunakan daging yang tidak menyenangkan di dalam penyimpanan es, terutama pada ikan yang ditangkap di musim panas. Kejenuhan air laut dengan CO₂ memperlambat timbulnya pembusukan ikan oleh bakteri di dalam ALREF, yang sebaliknya berkembang lebih cepat pada ikan es.

Salah satu rancangan sistem termal ALREF yang telah dibuat adalah rancangan *mini chilling storage* untuk kapal menggunakan pendingin kompresi uap oleh Widiyanto *et al.* (2016). Rancangan mesin pendingin tersebut dapat digunakan untuk kapal 10-15 GT. Rancangan tersebut berupa kajian, analisis, dan perhitungan matematis. Rancangan sistem pendingin ALREF tersebut ditunjukkan pada Gambar III.2. Sistem pendingin digunakan untuk mendinginkan air laut di dalam palka yang nantinya akan digunakan sebagai media penyimpanan ikan. Komponen utama sistem refrigerasi yaitu kondensor, kompresor,

evaporator, dan katup ekspansi. Evaporator yang digunakan untuk mendinginkan air laut berupa pipa tembaga 5/8 inch dirangkaikan pada tiap dinding palka dengan panjang total 84 meter. Palka yang telah diisi air laut disirkulasikan secara merata sampai suhu mencapai 0 sampai -1 °C. Media pendingin di dalam palka berinsulasi kemudian digunakan untuk mendinginkan ikan sampai suhu antara 2 sampai 0 °C.



Gambar III.2

Ilustrasi ALREF pada kapal penangkap ikan

(Sumber: Widiyanto, *et al.*, 2016)

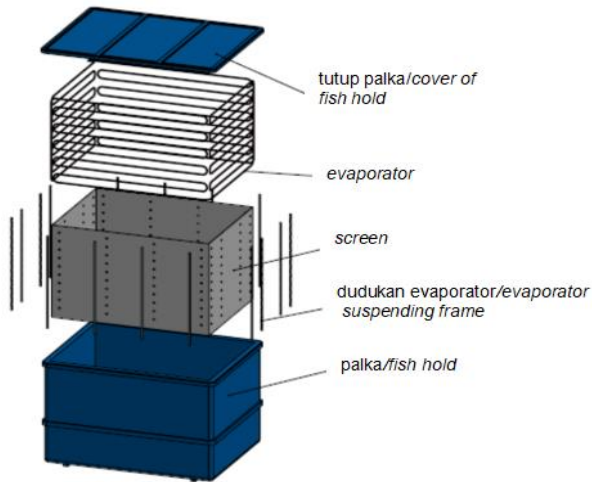
Salah satu bagian / komponen penting dalam sistem ALREF adalah desain evaporator. Salah satu alternatif rancangan evaporator di antaranya disampaikan oleh Fauzi & Widiyanto (2017). Rancangan evaporator tersebut berupa *shell and tube* untuk mendinginkan media pendinginan yang disirkulasikan ke palka. Rancangan tersebut lebih kompak dan efektif dalam pendinginan media pendingin, namun memerlukan ruang tambahan dan tidak dapat mendinginkan udara di dalam palka.

Loka Riset Mekanisasi Pengolahan Hasil Perikanan (LRMPHP) telah melakukan rancang bangun ALREF untuk kapal 10 - 15 GT (Widiyanto & Fauzi, 2018). ALREF tersebut dirancang dan dilakukan pengujian agar dapat digunakan pada kapal 10 - 15 GT. Kriteria desain pada ALREF tersebut ditentukan berdasarkan referensi kapal 10-15 GT di PPP Sadeng, Gunung Kidul, Yogyakarta. Kriterianya antara lain adalah lama perjalanan kapal maksimal 7 hari dengan kapasitas optimal palka sebesar 1,3 ton ikan, dapat mempertahankan suhu ikan kurang dari 5 °C (BSN, 2013), dan dapat diaplikasikan pada kapal 10-15 GT. Mesin pendingin digunakan untuk mendinginkan air laut di dalam palka kemudian digunakan untuk mendinginkan atau mempertahankan suhu ikan di bawah 5 °C. Sistem pendingin yang digunakan adalah sistem

kompresi uap dengan menggunakan sumber energi penggerak kompresor yang berasal dari mesin diesel yang tersedia di kapal. Motor diesel pada kapal 5-10 GT menggunakan mesin diesel induk sebanyak 2 buah dengan spesifikasi 20-30 PK dan 1 buah mesin diesel untuk penerangan dengan spesifikasi 8 PK.

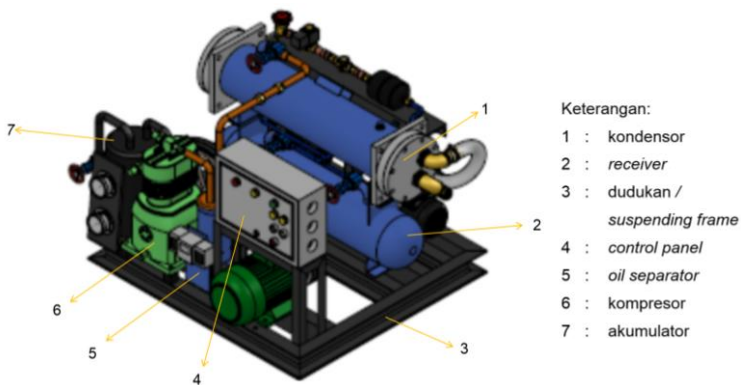
ALREF tersebut terdiri dari komponen utama yaitu bak penyimpanan ikan, evaporator, kondensor, dan sumber energi. Bak penyimpanan ikan dilengkapi pendingin sistem kompresi uap yang terdiri dari komponen utama berupa evaporator, kondensor, kompresor, palka, refrigeran, dan katup ekspansi. Palka terbuat dari *fiberglass* dengan volume palka sekitar 2,03 m³. Palka menggunakan insulator *styrofoam high density* (densitas sekitar 34 kg/m³). Evaporator terbuat dari pipa tembaga dengan panjang 84 m, diameter 5/8 inch, dan tebal pipa 1,6 mm. Kondensor yang digunakan adalah AlfaLaval McDEW 25 tipe *shell and tube*, sedangkan kompresor adalah Blitzer Tipe LH IVY untuk refrigeran R-22.

Gambar rancangan palka dan evaporator serta sistem pendingin ditunjukkan pada Gambar III.3 dan Gambar III.4. Sedangkan hasil konstruksi palka dan rangkaian mesin pendingin ditunjukkan pada Gambar III.5.



Gambar III.3

Desain palka dan evaporator
(Sumber: Widiyanto *et al.*, 2016)



Gambar III.4

Desain komponen pendingin
(Sumber: Widiyanto *et al.*, 2016)



Gambar III.5

Hasil konstruksi palka dan rangkaian mesin pendingin

(a) Palka dan *cooling unit*

(b) Evaporator dalam palka

(Sumber: Widiyanto dan Fauzi, 2018)

Serangkaian pengujian telah dilakukan terhadap ALREF yang dihasilkan di antaranya dengan beban air dan beban ikan. Kegiatan pengujian dengan beban air dan dengan beban ikan ditunjukkan pada Gambar III.6. Hasil pengujian dengan beban air laut menunjukkan bahwa selama 8,5 jam pengujian, suhu air dalam palka sudah mencapai $-0,4 - (-0,8) ^\circ\text{C}$ seperti ditunjukkan pada Gambar III.7.



Gambar III.6

Uji kinerja mesin pendingin

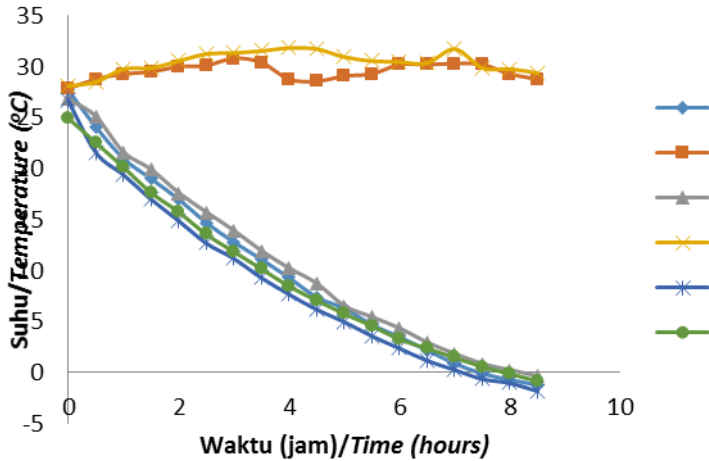
(a) dengan beban air

(b) dengan beban ikan

(Sumber: Widiyanto dan Fauzi, 2018)

Suhu udara dalam palka selama pengujian mencapai $-1,2 - (-1,8) ^\circ\text{C}$. Suhu udara dan air pada awal pengujian sekitar $25 - 27,7 ^\circ\text{C}$ dengan suhu lingkungan selama pengujian berkisar $27,9 - 31,9 ^\circ\text{C}$.

Setelah 6 jam pengujian, suhu air laut sudah mencapai di bawah $5 ^\circ\text{C}$, sehingga sudah mulai dapat dipergunakan untuk penyimpanan ikan dengan terus menyalakan mesin pendingin sampai target suhu air laut mencapai $-1 ^\circ\text{C}$.



Gambar III.7

Suhu air, udara, dan lingkungan selama pengujian dengan air laut

(Sumber: Widiyanto *et al.*, 2018)

Keterangan:

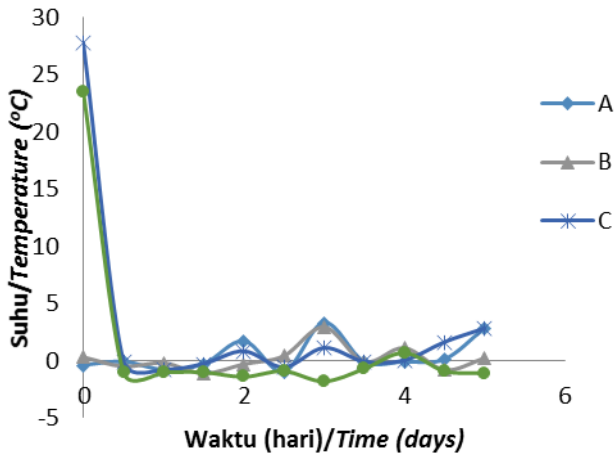
- A : suhu udara dalam palka pada pengujian I dengan air laut
- B : suhu udara lingkungan pada pengujian I dengan air
- C : suhu air pada pengujian I dengan air laut
- D : suhu udara lingkungan pada pengujian II dengan air laut
- E : suhu udara dalam palka pada pengujian II dengan air laut
- F : suhu air pada pengujian I dengan air laut

Kebutuhan daya mesin pendingin pada awal pengujian sebesar 2,4 kW, sedangkan pada pengujian jam

berikutnya rata-rata hanya sekitar 2 kW. Kebutuhan energi rata-rata sebesar 2 kW sesuai dengan ketersediaan sumber energi pada kapal sampai 15 GT. Kapal pada ukuran tersebut menggunakan energi yang bersumber dari mesin diesel sekitar 20-30 kW sebanyak dua buah sebagai mesin induk, serta 8 kW sebagai lampu penerang. Kebutuhan energi mesin pendingin sebesar 2 kW dapat diambilkan dari mesin diesel lampu penerangan, sehingga tidak perlu menambah mesin diesel lagi.

Pengujian lain dilakukan dengan menggunakan ikan nila. Data pengukuran suhu ikan nila dan air laut selama pengujian ditunjukkan pada Gambar III.8. Suhu ikan turun dengan cepat mencapai suhu $-0,1 - (-1)^{\circ}\text{C}$ selama 12 jam pengujian, kemudian konstan pada pengujian berikutnya. Capaian suhu ikan, selain suhu media pendingin juga dipengaruhi oleh berat ikan. Jain dan Pathere (2007) melakukan pengukuran koefisien difusi panas pada ikan yang nilainya bervariasi tergantung dari massa ikan. Pada kondisi tersebut ALREF dapat mempertahankan suhu ikan selama pengujian sehingga sesuai persyaratan penyimpanan ikan. Persyaratan (BSN, 2013) menyatakan agar penanganan ikan segar selama transportasi dan penyimpanan dilakukan pada suhu di bawah 5°C . Pengujian transportasi ikan tuna pada suhu rendah (di

bawah 3 °C) dapat mempertahankan mutu ikan selama transportasi (Widianto, *et al.*, 2014). Penerapan mesin pendingin untuk ALREF pada aplikasi penyimpanan ikan hasil tangkapan nelayan dapat menggunakan metode pengoperasian yang berbeda-beda, terutama durasi penyalaan mesin pendingin. Hal ini disebabkan oleh variasi jenis ikan, karakteristik fisik, serta komposisi ikan yang akan menyebabkan perbedaan nilai koefisien perpindahan panas ikan. Penelitian pendinginan ikan menggunakan es juga menunjukkan bahwa semakin besar ukuran ikan akan semakin kecil nilai koefisien perpindahan panas (Jain, *et al.*, 2005), sehingga membutuhkan waktu pendinginan yang lebih lama jika dibandingkan dengan ikan yang lebih kecil. Oleh karena itu, praktik di lapangan durasi mesin pendingin dihidupkan akan sangat tergantung dengan jumlah dan ukuran hasil tangkapan. Makin besar jumlah dan ukuran ikan akan membutuhkan waktu penyalaan mesin pendingin lebih lama dan tergantung kondisi capaian suhu air laut selama kegiatan penyimpanan ikan (Widianto dan Fauzi, 2018).



Gambar III.8

Suhu ikan dan air selama pengujian dengan beban ikan

(Sumber: Widiyanto *et al.*, 2018)

Keterangan:

- A : suhu air pada pengujian I dengan beban ikan
- B : suhu air pada pengujian II dengan beban ikan
- C : suhu ikan pada pengujian I dengan beban ikan
- D : suhu ikan pada pengujian II dengan beban ikan

PENUTUP

ALREF adalah salah satu teknologi pendinginan dengan cara mendinginkan air laut yang dapat digunakan untuk menyimpan ikan hasil tangkapan nelayan.

Keunggulan ALREF di antaranya adalah dapat menyimpan ikan di atas kapal dalam jangka waktu yang relatif tidak lama melalui pendinginan pada suhu sekitar 0 °C, serta dapat mengurangi risiko kerusakan fisik ikan yang biasanya terjadi pada penggunaan es akibat tekanan dan gesekan permukaan ikan dengan es.

Untuk kapal 10 - 15 GT dapat digunakan rancangan ALREF dengan spesifikasi sebagai berikut: bak penyimpanan ikan dengan kapasitas palka sampai 1,3 ton ikan, evaporator berupa pipa tembaga berdiameter 5/8 inch dengan panjang 84 m dan tebal pipa 1,6 mm, kondensor Alfalaval McDEW 25 tipe *shell and tube*, kompresor adalah Blitzer Tipe LH IVY untuk refrigeran R-22 dan sumber energi penggerak berasal dari mesin diesel yang tersedia di kapal.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2013). SNI 2729-2013. Ikan Segar.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2016). SNI 01-2693.2-2006. Tuna segar untuk sashimi Bag 2: Persyaratan bahan baku.

- Budiarto, U., Kiryanto, dan Firmansyah, H. (2013). Rancang bangun sistem refregerated sea water untuk kapal nelayan tradisional. *Kapal*, 10(1), 48-57.
- Effendi, R., dan Setiawan, I. (2016). Perancangan refregerated sea water (RSW) sistem kering pada ikan kaku lapis fiber 58 GT dengan kapasitas palka 45 m³. *Sintek*, 10(2), 56-66.
- Fauzi, A. dan Widiyanto, T.N. (2017). Perancangan Sistem Termal Evaporator Shell and Tube untuk Aplikasi RSW pada Kapal 10-15 GT. *Prosiding Seminar Nasional Tahunan XIV Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan*, 65 - 76. Yogyakarta: Departemen Perikanan dan Kelautan - Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada.
- Hiltz, D.F., Lall, B.S., Lemon, D.W., dan Dyer, W.J. (1976). Deteriorative Changes During Frozen Storage in Fillets and Minced Flesh of Silver Hake (*Merluccius bilinearis*) Processed from Round Fish Held in Ice and Refrigerated Sea Water. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 33(11), 2560-2567.
- Jain, D., Ilyas, S.M., Pathare, P.B., Prasad, S., dan Singh, H. (2005). Development of mathematical model for cooling. *Journal of Food Engineering*, 71(25), 324-329.

- Jain, D. dan Pathere, P.B. (2007). Determination of thermal diffusivity of freshwater fish during ice storage by using one-dimentional Fourier Cylindrical equation. *Biosystems Engineering*, 96(3), 407-412.
- Nuraini, T.W., Murdaniel, R.P.S., dan Harahap, M.H. (2013). Upaya Penanganan Mutu Ikan Tuna Segar Hasil Tangkapan Kalal Longline untuk Tujuan Ekspor. *Marine Fisheries*, 4(2), 152-162.
- Perigreen, P.A., Ayyappan, P.S., Surendran, P.K., dan Govindan, T.K. (1975). Studies on preservation of fish in refrigerated seawater. *Journal of Fish Technology*, 12(2), 105-111.
- Suryaningrum, T.W., Iksari, D., dan Octaviani, H. (2017). Evaluasi mutu tuna loin segar untuk sashimi yang diolah di atas perahu selama penanganan dan distribusinya di Ambon. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 12(2), 163-178.
- Wibowo, S., Utomo, B. S. B., Suherman, M., dan Putro, S. (2007). *Penanganan Ikan Tuna Segar untuk Ekspor ke Uni Eropa. Buku Panduan*. Jakarta: Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan. Badan Riset Kelautan dan Perikanan. Departemen Kelautan dan Perikanan.

- Widianto, T.N., Fauzi, A., dan Hakim, A.R. (2016). Rancangan mini cold storage pada kapal menggunakan pendingin kompresi uap. Prosiding Seminar Nasional Hasil Litbang Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan, 241-252. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Daya Saing Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Widianto, T.N. dan Fauzi, A. (2018). Disain dan Kinerja Sistem Air Laut yang Direfrigerasi (ALREF) untuk Penampung Ikan pada Kapal Nelayan 10-15 GT. Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan, 13(2), 165-176.
- Widianto, T.N., Hermawan, W., dan Utomo, B.S.B. (2014). Uji coba peti ikan segar berpendingin untuk pedagang ikan keliling. Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan, 9(2), 185-191.

MESIN PEMBUAT ES HIBRID UNTUK MENCUKUPI KEBUTUHAN ES DI DAERAH 3 T

**Putri Wullandari, Arif Rahman Hakim dan Widiarto
Sarwono**

Loka Riset Mekanisasi Pengolahan Hasil Perikanan,
BRSDM - KKP
Jl. Imogiri Barat km. 11,5, Jetis, Bantul, DI. Yogyakarta
Email: utides@gmail.com

GAMBARAN UMUM

Daerah 3T merupakan daerah tertinggal, terluar, dan terdepan yang terdapat di Indonesia. Letak daerah yang jauh dari ibu kota provinsi dapat menghambat pertumbuhan ekonomi dikarenakan pembangunan infrastruktur dan ketersediaan listrik yang belum merata.

Sistem pendinginan telah menjadi salah satu bagian penting dari hidup manusia, terutama dalam pengawetan pangan serta produk yang berasal dari sumber daya kelautan dan perikanan. Alat dengan sistem pendingin yang diperlukan antara lain yaitu refrigerator (kulkas) dan mesin pembuat es.

Panel surya dapat digunakan sebagai pembangkit energi listrik untuk daerah terpencil yang tidak terjangkau listrik dari Perusahaan Listrik Negara (PLN). Penggunaan energi surya merupakan salah satu kontribusi penting untuk mengurangi konsumsi bahan bakar fosil dan mengurangi emisi yang berbahaya bagi lingkungan.

Permasalahan yang dihadapi oleh nelayan atau pengelola Tempat Pelelangan Ikan (TPI) di daerah 3T yaitu kebutuhan akan es sebagai media pengawetan ikan segar, belum tersedianya listrik atau tersedia listrik namun dengan daya yang tidak terlalu besar. Kebutuhan akan es biasanya dipenuhi dengan membeli es balok dari daerah lain, namun hal ini membutuhkan dana yang tidak sedikit. Oleh karena itu, dibutuhkan mesin pembuat es hibrid, yang dapat dioperasikan dengan menggunakan energi surya dan energi listrik.

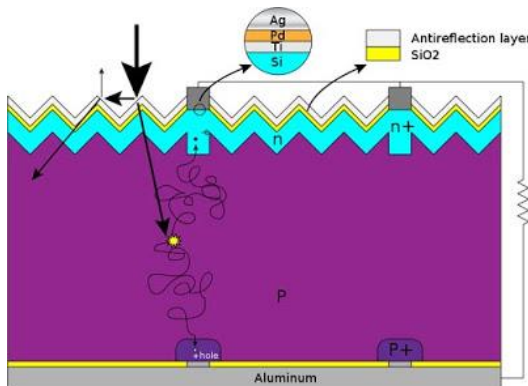
MEKANISME PERUBAHAN ENERGI SURYA MENJADI ENERGI LISTRIK

Mekanisme perubahan energi surya menjadi energi listrik oleh panel surya dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Saat foton yang terdapat pada sinar matahari mengenai sel fotovoltaik pada panel surya, sebagian akan diserap

- oleh material semikonduktor (silikon). Energi dari foton yang diserap itu akan ditransfer kepada semikonduktor.
2. Elektron yang terkena tumbukan energi foton akan terlepas dari atom, membuat elektron tersebut mengalir secara bebas sehingga menciptakan arus listrik. Komposisi dan desain khusus pada sel fotovoltaik mengarahkan elektron tersebut agar mengalir sesuai jalur yang dikehendaki.
 3. Kontak atau penghubung logam pada bagian atas dan bawah sel fotovoltaik menyalurkan keluar listrik arus searah (*direct current*, DC) (Anonim, 2010).

Mekanisme perubahan energi surya menjadi energi listrik disajikan pada Gambar IV.1.



Gambar IV.1

Mekanisme perubahan energi surya menjadi energi listrik
oleh panel surya

(Sumber: Anonim, 2010)

KONSEP DESAIN MESIN PEMBUAT ES

Konsep desain mesin pembuat es terdiri dari dua rancangan yaitu rancangan fungsional dan rancangan struktural. Rancangan fungsional disajikan pada Tabel IV.1.

Tabel IV.1

Komponen utama mesin pembuat es dan fungsinya

Komponen	Fungsi
Kondensor	Membuang kalor yang diserap dari evaporator dan panas yang diperoleh dari kompresor, serta mengubah wujud gas menjadi cair
Katup ekspansi	Menurunkan tekanan dan untuk mengekspansikan secara adiabatik cairan yang bertekanan dan bertemperatur tinggi sampai mencapai tingkat tekanan dan temperatur rendah
Pipa kapiler	Menurunkan tekanan refrigeran cair dan mengatur aliran refrigeran ke evaporator
Evaporator	Menguapkan refrigeran dalam sistem sebelum dihisap oleh kompresor
Kompresor	Memompa bahan pendingin ke seluruh bagian mesin pembuat es dan menghisap gas yang bertekanan rendah

(Sumber: Loka Riset Mekanisasi Pengolahan Hasil Perikanan, 2016)

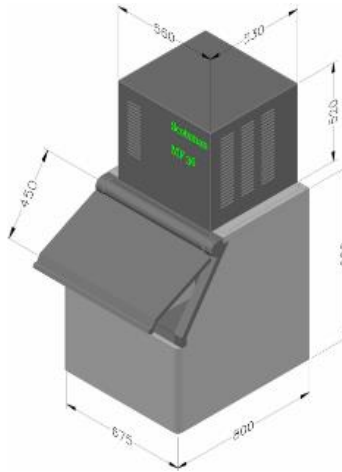
Rancangan Struktural *Flakes* Mesin Pembuat Es dan Panel Surya

Mesin pembuat es tenaga hibrid (listrik dan surya) terdiri dari tiga rangkaian, yaitu mesin pembuat es, panel surya, dan boks berisi inverter.

Mesin Pembuat Es

Mesin pembuat es bertenaga surya komersial terdiri dari reaktor yang mengandung absorben, yang terhubung ke kondensor, evaporator, dan kolektor surya (Kiplagat, et al., 2010). Mesin ini menghasilkan es dalam bentuk serpihan (*flakes*). Es dalam bentuk serpihan (*flakes*) merupakan jenis es yang biasa digunakan dalam pengawetan ikan segar, bentuknya yang fleksibel dapat diatur agar tidak melukai tubuh ikan.

Spesifikasi mesin ini yaitu: memiliki kapasitas 105 – 120 kg es / hari, memproduksi es serpihan dengan dimensi 2 x 3 x 3 mm. Mesin pembuat es disajikan pada Gambar IV.2. Jika *casing* bagian atas dibuka, akan terlihat bagian – bagian utama dari *mesin pembuat es* seperti disajikan pada Gambar IV.3, Gambar IV.4, dan Gambar IV.5.



Gambar IV.2

Mesin pembuat es

(sumber: Wullandari, Hakim, & Sarwono, 2018)



(a)



(b)

Gambar IV.3

Kondensor dan katup ekspansi

(a) Kondensor

(b) Katup ekspansi

(Sumber: Loka Riset Mekanisasi Pengolahan Hasil Perikanan, 2016)



(a)



(b)

Gambar IV.4

Pipa kapiler dan kompresor

(a) Pipa kapiler

(b) Kompresor

(Sumber: Loka Riset Mekanisasi Pengolahan Hasil Perikanan,
2016)



(a)



(b)

Gambar IV.5

Saluran pemasukan air dan tangki air

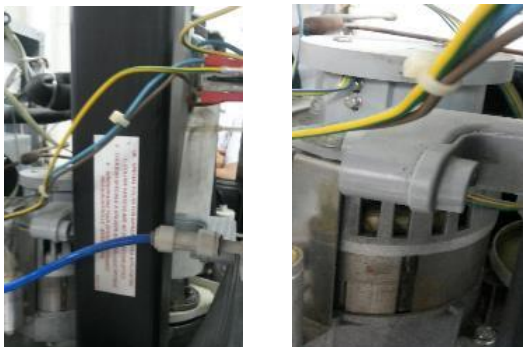
(a) Saluran pemasukan air

(b) Tangki air

(Sumber: Loka Riset Mekanisasi Pengolahan Hasil Perikanan,
2016)

**Mesin Pembuat Es Hibrid untuk Mencukupi Kebutuhan Es di
Daerah 3T**

Saluran pemasukan air merupakan pipa saluran masuk air ke dalam tangki air. Tangki air berfungsi untuk mengatur air sebelum masuk ke dalam *feed line*. Tangki air dilengkapi dengan sensor *water level* berupa 2 buah thermostat dan *float valve*, yang berfungsi untuk memutus arus input atau mematikan mesin apabila di dalam tangki air, airnya kurang atau tidak ada air sehingga mesin berhenti bekerja. *Float valve* berfungsi untuk menghentikan suplai air apabila air didalam tangki air sudah cukup. Tekanan air berkisar 1 - 5 bar, apabila tekanan air kurang dari 1 bar produksi terlambat dan apabila suplai air melebihi 5 bar, *valve* pengatur cepat rusak (Loka Riset Mekanisasi Pengolahan Hasil Perikanan, 2016).



Gambar IV.6

Ice spout / auger

(Sumber: Loka Riset Mekanisasi Pengolahan Hasil Perikanan, 2016)

Ice spout / auger merupakan bagian di mana es terbentuk. *Auger* terdiri dari komponen yang menempel langsung dengan evaporator, dan dilengkapi juga dengan *screw* pendorong dan pemotong sehingga es yang dihasilkan berbentuk serpihan (Loka Riset Mekanisasi Pengolahan Hasil Perikanan, 2016).



Gambar IV.7

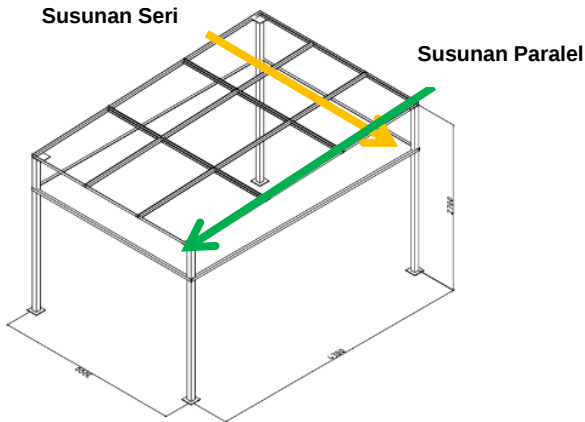
Es serpihan yang dihasilkan

(Sumber: Loka Riset Mekanisasi Pengolahan Hasil Perikanan, 2016)

Panel Surya

Prinsip kerja panel surya yaitu menghasilkan tegangan dari proses tumbukan elektron pada sel silikon dalam panel. Tegangan inilah yang menjadi sumber beda potensial untuk mengisi baterai dan catu daya mesin pembuat es hibrid. Nilai investasi energi listrik ramah lingkungan (panel surya) ini masih tergolong mahal dibandingkan dengan listrik PLN triwulan I 2019 yang

hanya Rp 1.467 per kWh (Afriyadi, 2019). Meskipun berbiaya besar, panel surya akan sangat membantu dalam mengatasi keterbatasan listrik pada wilayah yang tidak terjangkau jaringan listrik PLN.



Gambar IV.8

Penyusunan sembilan panel surya 200 Wp
(Sumber: Wullandari, Hakim, dan Sarwono, 2018)

Panel surya yang digunakan pada mesin pembuat es hibrid menggunakan tipe *polycrystalline* (Tabel IV.2). Keunggulan panel surya tipe ini yaitu memiliki toleransi terhadap suhu yang lebih baik. Panel yang digunakan pada mesin ini berjumlah sembilan dengan daya maksimal 200 Wp (*watt peak*) per panel. Tiga panel disusun secara seri yang kemudian ketiga panel seri tersebut disusun

paralel. Gambar IV.8 menunjukkan rangka untuk pemasangan panel surya.

Dimensi bingkai panel surya adalah 4,3 m x 3 m x 2,7 m. Panel surya memiliki daya total 1800 Wp, dengan jumlah 9 panel, masing-masing memiliki daya 200 Wp.

Tabel IV.2
Spesifikasi panel surya

<i>Merk</i>	:	ICA solar
<i>Solar Panel Type</i>	:	<i>Polycrystalline</i>
<i>Maximum Power</i> (Pmax)	:	200 W
<i>Maximum Power Voltage</i> (Vmp)	:	35.8 V
<i>Maximum Power Current</i> (Imp)	:	5.59 A
<i>Open Circuit Voltage</i> (Voc)	:	44.85 V
<i>Short Circuit Current</i> (Isc)	:	5.92 A
<i>Nominal Operating Cell Temp.</i> (NOCT)	:	45°C ± 2°C
<i>Maximum System Voltage</i>	:	1000 VDC
<i>Maximum Series Fuse</i>	:	10:00 AM
<i>For field connections, use minimum No.12AWG copper</i>		
<i>Wires insulated for a minimum 90°C</i>		
<i>Weight :</i>		15.3 kg
<i>Dimension :</i>		1320 × 992 × 40 mm
<i>Standard Test Condition :</i>		Temp. 25°C Air Mass = 1.5 Irradiance = 1000 W/m ²
TIPE. IPV200P200WPOLY		
S/N. D01K61600166		
Diimpor oleh PT. Indodaya Cipta Lestari		
(Sumber: Wullandari, Hakim, dan Sarwono, 2018)		

Mesin Pembuat Es Hibrid untuk Mencukupi Kebutuhan Es di Daerah 3T

Daya yang dibutuhkan mesin *mesin pembuat es hybrid* yaitu 760 watt yang akan dioperasikan selama 8 jam pada siang hari. Total daya yang dibutuhkan untuk 8 jam operasional yaitu 760 watt x 8 jam adalah 6080 Wh atau 6,08 kWh.

Jika $P = V \times I \times \cos \phi$

dimana : P = daya alat

V = tegangan listrik (220 volt)

I = konsumsi arus

$\cos \phi$ = *power factor* (dengan nilai 0,8);

maka konsumsi arus yang diperlukan yaitu 4,32 A. Jika daya disambungkan dengan listrik PLN maka minimal dibutuhkan arus 6 A pada tegangan 220 V atau 1300 VA. Untuk mengatasi arus *start* pada awal penggunaan alat yang mencapai 1,5 daya nominal maka sebaiknya digunakan daya 1140 VA atau di atasnya. Sedangkan jika hendak menyambungkan dengan *portable generator*, maka daya generator yang dipakai minimal yaitu 125% daya nominal atau sekitar 1500/1200 watt.

Panel surya yang dibutuhkan dihitung sebagai berikut. Kebutuhan daya listrik dikalikan dengan 1,3 (efisiensi panel surya) yaitu 7.904 watt jam. Jika di Indonesia efektif sinar matahari adalah selama 5 jam,

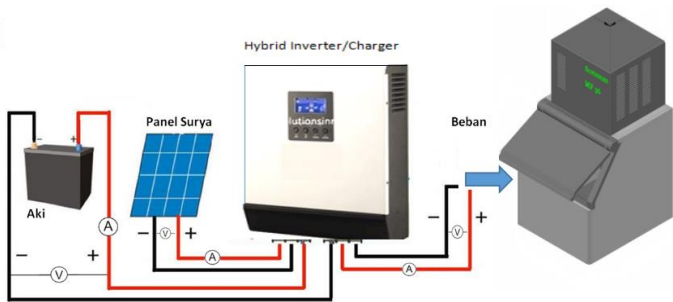
maka $7.904 / 5$ didapatkan 1.580,8 Wp. Misalkan jika digunakan panel surya 200 Wp, maka $1.580,8 / 200$ adalah 7,9 sehingga dibulatkan menjadi 8 modul surya. Untuk mengoptimalkan daya maka digunakan sembilan panel surya.

Power Inverter

Inverter digunakan untuk mengubah listrik DC (*direct current*) menjadi listrik AC (*alternating current*). Inverter perlu dipasang karena output dari panel surya dan baterai/aki berupa listrik DC, sedangkan mesin pembuat es membutuhkan sumber listrik AC. Gambar IV.9 menunjukkan pemasangan inverter pada perangkat mesin mesin pembuat es hibrid. Mesin pembuat es memerlukan daya 760 Watt pada tegangan 220 V. Oleh karena itu diperlukan inverter dengan daya minimal 1000 Watt. Namun demikian, melihat output daya dari panel surya maka diperlukan inverter 2000 Watt

Inverter yang digunakan yaitu *Hybrid 1kW – 5kW Inverter / Charger* dengan gelombang output *pure sine wave*. Data spesifikasi inverter ditunjukkan pada Tabel IV.3. Inverter ini dikategorikan sebagai *hybrid* inverter karena sudah memuat *charger controller*, *switching*, dan inverter. Inverter ini mampu memberikan perekaman data

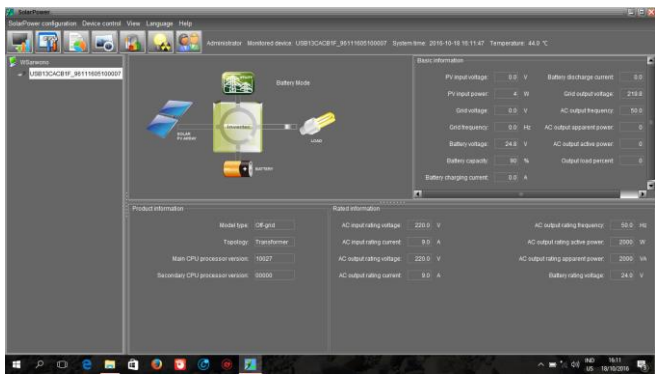
yang dapat di-update setiap saat melalui monitor seperti ditampilkan pada Gambar IV.10.



Gambar IV.9

Penyusunan *Hybrid* 1kW – 5kW inverter / charger

(Sumber: Loka Riset Mekanisasi Pengolahan Hasil Perikanan, 2016)



Gambar IV.10

Monitor inverter / charger PSV - 2kW

(Sumber: Wullandari, Hakim, dan Sarwono, 2018)

Aplikasi Teknologi Pengelolaan Perikanan Tangkap

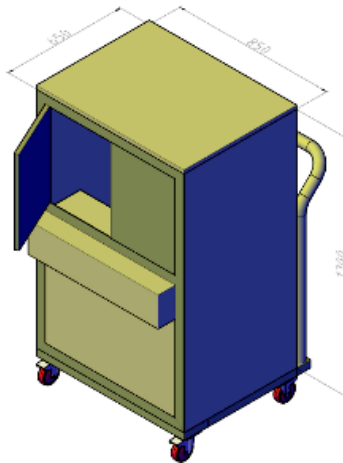
Tabel IV.3Spesifikasi *hybrid* 1KW – 5KW inverter / *charger*

<i>Type</i>	: PSV – 2kW
<i>S/N</i>	: 004PSVS082KAF
<i>PV Input</i>	: <i>Nominal operating voltage</i> 60 Vdc
	Vmax PV 145 Vdc
	<i>PV input voltage range</i> 30 – 145 Vdc
	Isc PV 80A
	MPPT <i>voltage range</i> 30 – 115 Vdc
<i>Grid/AC Output</i>	: <i>Nominal operating voltage</i> 230 Vac
	<i>Nominal output current</i> 8.7 A
	<i>Nominal operating frequency</i> 50Hz/60Hz
	<i>Maximum power</i> 2000W
	<i>Power factor range</i> 0.9 lead – 0.9 lag
<i>AC Input</i>	: <i>Nominal operating voltage</i> 230 Vac
	<i>Maximum input current</i> 20 A
	<i>Nominal operating frequency</i> 50Hz/60Hz
<i>Battery</i>	: <i>Battery voltage range</i> 20.4 – 30 Vdc
	<i>Maximum battery current</i> 140 A
<i>Ambient temperature</i>	: -10°C – 55°C
<i>Enclosure</i>	: IP 21
Diimpor oleh : PT. Prima Citra Lazuardi Jakarta	
(Sumber: Wullandari, Hakim, dan Sarwono, 2018)	

Boks Inverter

Boks inverter digunakan untuk meletakkan *power inverter* dan baterai. Gambar IV.11 menunjukkan boks inverter yang berukuran panjang 85 cm, lebar 65 cm, dan tinggi 130 cm. Inverter yang dipasang dalam boks yaitu PSV - 2 kW dengan empat baterai 200 Ah tipe VRLA (*Valve Regulated Lead Acid*) dengan teknologi AGM (*Absorbed Glass Matt*). Fungsi baterai ini yaitu menyimpan energi listrik dalam bentuk energi kimia, yang akan digunakan untuk mensuplai (menyediakan) listrik ke *power inverter*, dan komponen - komponen kelistrikan lainnya. Spesifikasi baterai yang digunakan ialah baterai tipe 6-FMX-100B, 25 °C *Floating Voltage* : 13,5V, 25 °C *Balancing Voltage*: 14,1V dan *Charge Current Max*: 20A, disusun seri dua buah dan kemudian diparalel.

Frame box sistem kelistrikan panel surya terbuat dari plat *stainless steel* 2 mm dan besi siku ukuran 50 mm x 50 mm, dengan ketebalan 5 mm. Selanjutnya dilakukan perakitan dan pengelasan pada desain rangka yang sudah dibuat. Gambar IV.12 menunjukkan *power inverter* dan baterai dalam rangka boks inverter yang sudah ditambahkan roda berbahan *polyurethane* dengan diameter 3 inchi. Output inverter hingga 5000 VA dengan tegangan baterai 48 Volt.



Gambar IV.11

Boks untuk menyimpan inverter dan baterai

(Sumber: Wullandari, Hakim, dan Sarwono, 2018)



Gambar IV.12

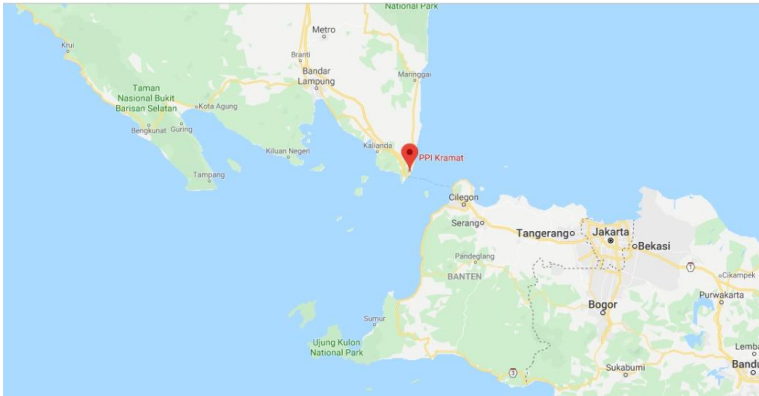
Rangka boks untuk menyimpan inverter dan baterai

(Sumber: Loka Riset Mekanisasi Pengolahan Hasil Perikanan, 2016)

Mesin Pembuat Es Hibrid untuk Mencukupi Kebutuhan Es di Daerah 3T

Hasil Uji Performansi Mesin Pembuat Es

Uji performansi mesin pembuat es dilakukan di TPI Dusun Kramat, Desa Sumur, Kecamatan Ketapang, Kabupaten Lampung Selatan. Lokasi TPI Kramat sesuai untuk dijadikan sebagai tempat uji performansi mesin pembuat es, sebab suplai air tawar dan ketersediaan listrik di daerah ini cukup memadai.



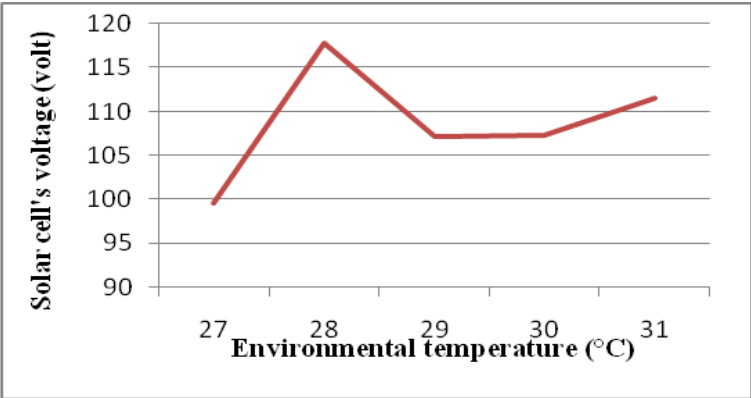
Gambar IV.13

Lokasi uji performansi
(Sumber: Google Maps, 2019)

Uji performansi mesin pembuat es dilakukan dengan mengukur intensitas sinar matahari per waktu, merekam data input daya dan tegangan dari panel surya, tegangan dan kapasitas baterai, *charging* dan *discharge current* dari baterai, serta kondisi cuaca saat pengujian.

Aplikasi Teknologi Pengelolaan Perikanan Tangkap

Tegangan dan arus listrik yang dihasilkan oleh sel surya dipengaruhi oleh dua variabel fisik, yaitu intensitas radiasi matahari dan suhu lingkungan (Suryana dan Ali, 2016). Intensitas radiasi matahari yang diterima oleh sel surya sebanding dengan tegangan dan arus yang dihasilkan oleh sel surya tersebut. Semakin tinggi suhu lingkungan, dengan radiasi matahari yang tetap, maka tegangan panel surya akan menurun dan arus listrik yang dihasilkan akan meningkat (Jiang, *et al.*, 2005).



Gambar IV.14

Pengaruh suhu lingkungan terhadap tegangan sel surya di
Lampung Selatan

(Sumber: Wullandari, Hakim, dan Sarwono, 2018)

Intensitas radiasi matahari dan suhu lingkungan rata – rata di Lampung Selatan disajikan pada Tabel IV.4.

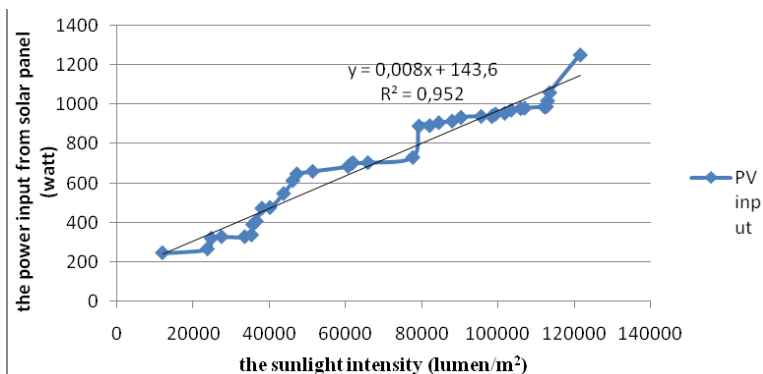
Tabel IV.4

Intensitas radiasi matahari dan suhu lingkungan rata-rata di
Lampung Selatan

Bulan	Intensitas radiasi matahari (Joule/m ²)	Suhu (°C)
Mei	120	28
Juni	152	27,2
Juli	115	26,8
Agustus	148	27,4
September	171	27,4
Oktober	143	27,1

(Sumber: Wullandari, Hakim, dan Sarwono, 2018)

Hasil uji coba performansi di Lampung Selatan disajikan pada Gambar IV.15.



Gambar IV.15

Hasil uji coba performansi di Lampung Selatan

(Sumber: Wullandari, Hakim, dan Sarwono, 2018)

Aplikasi Teknologi Pengelolaan Perikanan Tangkap

Gambar IV.15 menunjukkan bahwa hubungan antara intensitas sinar matahari dengan input daya dari panel surya bersifat linear dengan persamaan $y = 0,008x + 143,6$, yang dapat diartikan sebagai berikut:

1. Input daya dari panel surya tergantung kepada intensitas sinar matahari.
2. Nilai 0,008 (x) disebut sebagai *slope* yang menentukan arah dari regresi linear. Semakin tinggi intensitas sinar matahari maka input daya dari panel surya juga semakin tinggi (hubungannya bersifat positif).
3. *Slope* ini juga dapat memperkirakan laju kenaikan input daya dari panel surya setiap hari.
4. Nilai 143,6 disebut sebagai *intercept*. Pada kasus ini, *intercept* berarti bahwa pada nilai $x = 0$, nilai input daya dari panel surya yaitu 143,6 watt.
5. Koefisien determinasi (R^2) yaitu 0,952, maka koefisien korelasi (R) nya yaitu 0,975. Hal ini menandakan bahwa korelasi antara intensitas sinar matahari dengan input daya dari panel surya yaitu 0,975. Menurut Anggraeni (2008), nilai koefisien korelasi 0,8 - 1 menandakan hubungan yang sangat kuat.

PENUTUP

Untuk mendapatkan es serpihan guna pengawetan ikan segar di daerah 3T diperlukan tiga rangkaian alat, yaitu *mesin pembuat es*, panel surya, dan boks yang berisi inverter dan baterai. Desain peralatan tersebut dibuat sedemikian rupa sehingga dapat dioperasikan dengan atau tanpa menggunakan listrik PLN, dapat menggunakan energi surya sehingga diharapkan dapat memenuhi kebutuhan es untuk pengawetan ikan segar.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriyadi, A.D. (2019). Tarif Listrik Tetap Sampai Maret 2019. Diakses 6 November 2019, dari <https://finance.detik.com/energi/d-4369969/tarif-listrik-tetap-sampai-maret-2019>
- Anggraeni, M. (2008). Kajian Penggunaan Poly Aluminium Chloride (PAC) dalam Proses Pemurnian Nira Aren dan Lama Pemurnian terhadap Karakteristik Nira Aren (*Arenga pinnata* Merr). Skripsi. Fakultas Teknologi Industri Pertanian : Universitas Padjadjaran.
- Anonim. (2010). Panel Surya : Mengubah Sinar Matahari menjadi Listrik. Diakses 6 November 2019, dari <http://teknosiana.blogspot.com/2010/06/panel-surya->

mengubah-sinar-matahari.html

- Google Maps. (2019). PPI Kramat. Diakses 6 November 2019, dari <https://goo.gl/maps/hCeQMkfcMuszydeg8>
- Jiang, J.A., Huang, T.S., Hsiao, Y.T., dan Chen, C. (2005). Maximum Power Tracking for Photovoltaic Power Systems. *Tamkang Journal of Science and Engineering*, 8(2), 147-153.
- Kiplagat, J.K., Wang, R.Z., Oliveira, R.G., dan Li, T.X. (2010). Lithium Chloride – Expanded Graphite Composite Sorbent for Solar Powered Ice Maker. *Solar Energy*, 84 (9), 1587 – 1594.
- Loka Riset Mekanisasi Pengolahan Hasil Perikanan. (2016). Rancang Bangun Prototipe Mesin Pembuat Es Hibrida. Laporan Penelitian, Loka Riset Mekanisasi Pengolahan Hasil Perikanan. Bantul, Yogyakarta: Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Suryana, D. dan Ali, M.M. (2016). Pengaruh Temperatur / Suhu terhadap Tegangan yang Dihasilkan Panel Surya Jenis Monokristalin (Studi Kasus: Baristand Industri Surabaya). *Jurnal Teknologi Proses dan Inovasi Industri*, 2(1), 49-52.
- Wullandari, P., Hakim, A.R., dan Sarwono, W. (2018). Performance Test of Solar-Powered Ice Maker: Case

Study in South Lampung. E3S Web of Conferences,
43, 1-6.

<https://doi.org/10.1051/e3sconf/20184301018>

DESAIN OTOMATISASI TAMBAT LABUH KAPAL PENANGKAP TUNA

Studi Kasus pada Tambat Labuh Kapal di Pelabuhan Benoa, Bali

Waryanto dan Budi Nugraha

Pusat Riset Perikanan, BRSDM - KKP

Jl. Pasir Putih II, Ancol Timur, Jakarta

Email: waryanto_c2@yahoo.com

GAMBARAN UMUM

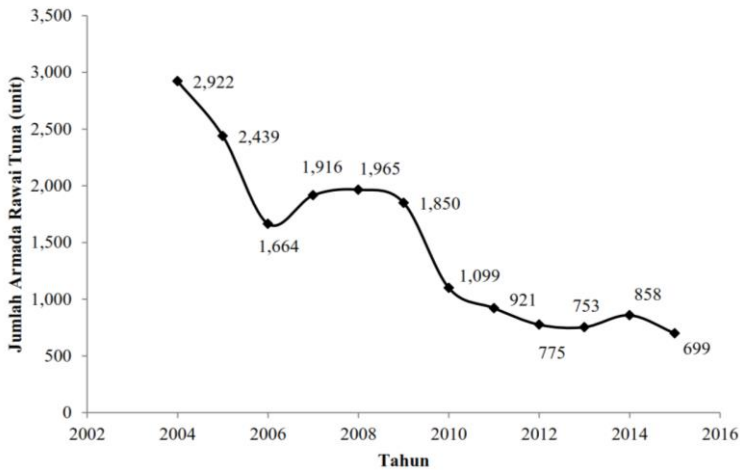
Pelabuhan Benoa merupakan salah satu pelabuhan umum yang dikelola oleh PT. Pelabuhan Indonesia III. Pelabuhan Benoa dibagi menjadi beberapa zona, salah satunya sebagai zona pangkalan pendaratan ikan tuna di Indonesia. Industri perikanan tuna di Benoa berkembang pesat, mulai dari agen perusahaan penangkapan, perusahaan pengolahan, eksportir, dan perusahaan jasa *cold storage*. Untuk menangkap tuna yang berukuran besar, kapal-kapal berskala industri menggunakan alat tangkap rawai tuna.



Gambar V.1

Kapal rawai tuna yang bersandar di Pelabuhan Benoa – Bali
(Sumber: Anonim, 2012)

Jumlah kapal rawai tuna yang mendaratkan hasil tangkapan di Pelabuhan Benoa tahun 2004-2015 dapat dilihat pada Gambar V.2. Jumlah kapal yang mendarat terbanyak terjadi pada tahun 2004 yaitu 2.922 kapal, sedangkan terendah pada tahun 2015 yaitu sebanyak 699 kapal (Rochman *et al.*, 2018).



Gambar V.2

Jumlah kapal rawai tuna yang mendaratkan hasil tangkapan di Pelabuhan Benoa tahun 2004-2015
(Rochman *et al*, 2018)

Keadaan dengan banyaknya kapal-kapal pada Pelabuhan Benoa tentunya menyebabkan cara tambat labuh kapal penangkap tuna tidak teratur, tidak tertata dengan baik, dan secara umum dari segi estetika kurang rapi jika dilihat dengan mata. Kondisi ini tentunya dari aspek keindahan dan lalu lintas kapal yang mau sandar kurang nyaman. Atas dasar permasalahan ini, penulis hendak memberikan solusi untuk mengatur tambat labuh

dan sandar kapal penangkap tuna sehingga terlihat rapi serta arus lalu lintas kapal penangkap tuna yang mau bersandar jadi lebih mudah.

PERANGKAT KERAS YANG DIGUNAKAN DALAM MEMBUAT OTOMATISASI TAMBAT LABUH KAPAL PENANGKAP TUNA

Perangkat keras yang digunakan dalam membuat otomatisasi tambat labuh kapal penangkap tuna di Pelabuhan Benoa, Bali adalah mikrokontroler, sensor cahaya, *transmitter* dan *receiver*, *relay*, *Liquid Crystal Display* (LCD), dan *database*.

Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah suatu perangkat elektronika digital berupa *Integrated Circuit* yang dapat menerima sinyal input, mengolahnya dan memberikan sinyal output yang dikendalikan oleh program yang bisa ditulis dan dihapus secara khusus (Sebayang *et al.*, 2016). Mikrokontroler pada dasarnya adalah komputer dalam satu *chip*, yang di dalamnya terdapat mikroprosesor, memori, jalur Input/Output (I/O), dan perangkat pelengkap lainnya.

Salah satu jenis mikrokontroler adalah mikrokontroler keluarga AVR (*Alf and Vegard's Risc Processor*) yang

diproduksi oleh Atmel Corporation. Mikrokontroler ini memiliki fitur-fitur menarik dan fasilitas yang lengkap serta mudah didapatkan dan relatif murah harganya. Mikrokontroler ini termasuk mikrokontroler seri vCMOS 8-bit buatan Atmel yang memiliki daya rendah dalam pengoperasiannya dan berbasis pada arsitektur *Reduced Instruction Set Computer* (RISC) (Sebayang et al., 2016). Hampir semua instruksi dieksekusi dalam satu siklus *clock*, dan dapat mencapai 1 MIPS per MHz, sehingga para perancang dapat mengoptimalkan penggunaan daya rendah dengan kecepatan yang tinggi. Mikrokontroler ini mempunyai 32 *register general purpose*, *timer/counter* fleksibel dengan *mode compare*, *interrupt internal* dan *eksternal*, serial *Universal Asynchronous Receiver-Transmitter* (UART), *programmable Watchdog Timer*, dan *mode power saving*. Mikrokontroler ini memiliki *Analog To Digital Converter* (ADC) dan *Pulse Width Modulation* (PWM) *internal*, memiliki *In-System Programmable Flash on-chip* yang mengizinkan memori program untuk diprogram ulang dalam sistem menggunakan hubungan serial *Serial Peripheral Interface* (SPI) (Sebayang et al., 2016).



Gambar V.3

Contoh mikrokontroler Atmega 8535

(Sumber: Sebayang *et al.*, 2016)

Sensor Cahaya

Sensor adalah alat yang digunakan untuk mendeteksi adanya perubahan lingkungan fisik atau kimia. Jenis-jenis sensor meliputi sensor *proximity*, magnet, cahaya, ultrasonik, tekanan, penyandi, suhu (Febriana dan Suryono, 2016)

Transmitter dan Receiver

Transmitter adalah bagian yang terhubung dengan rangkaian input atau rangkaian kontrol. Pada bagian ini terdapat sebuah *Light Emitting Diode* (LED) infra merah (*IR LED*) yang berfungsi untuk mengirimkan sinyal pada

Aplikasi Teknologi Pengelolaan Perikanan Tangkap

receiver (Rumagit *et al.*, 2012). Jika dibandingkan dengan menggunakan LED biasa, LED infra merah memiliki ketahanan terhadap sinyal tampak.

Receiver adalah bagian yang terhubung dengan rangkaian output atau rangkaian beban, dan berisi komponen penerima cahaya yang dipancarkan oleh *transmitter*. Komponen penerima cahaya ini dapat berupa *photodiode* ataupun *photo transistor* (Rumagit *et al.*, 2012).

Relay

Relay adalah sebuah peralatan listrik yang berfungsi sebagai saklar (*switch*). *Relay* bekerja pada saat *coil relay* diberikan tegangan atau arus. Pada saat *coil* diberikan arus maka pada inti *coil* akan menjadi magnet yang kemudian menarik kontak-kontak penghubung pada *relay* tersebut.

Pada *relay* terdapat dua buah kontak yang berbeda yakni kontak *Normaly Open* (NO) dan *Normaly Close* (NC). Pada saat kumparan *coil* belum diberikan arus keadaan kontak NO akan terbuka dan pada saat kumparan *coil* diberikan arus kontak NO akan terhubung. Untuk kontak *Normaly Close* (NC) pada saat kumparan *coil* belum diberikan arus kontak NC belum terhubung dan

pada saat kumparan *coil* dialiri arus maka kontak NC menjadi dalam kondisi terhubung.

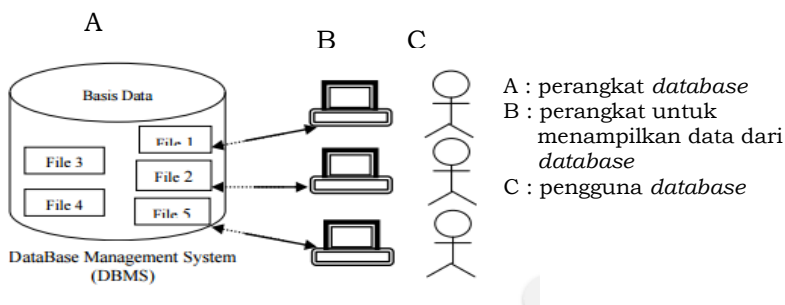
Liquid Crystal Display (LCD)

LCD merupakan suatu jenis penampil (*display*) yang menggunakan *Liquid Crystal* sebagai media refleksinya (Sebayang *et al.*, 2016). LCD juga sering digunakan dalam perancangan alat yang menggunakan mikrokontroler. LCD dapat berfungsi untuk menampilkan suatu nilai hasil sensor atau menampilkan menu pada aplikasi mikrokontroler yang tergantung dengan perintah yang ditulis pada mikrokontroler.

Database

Perkembangan teknologi otomatisasi adalah penunjang utama pembuatan keputusan di dalam organisasi-organisasi modern. Dalam hal ini, aplikasi teknologi komputer telah menandai revolusi peradaban yang memungkinkan pekerjaan-pekerjaan di dalam organisasi dapat diselesaikan secara cepat, akurat, dan efisien. Persoalan pokok yang menyangkut informasi bagi organisasi adalah bagaimana memanfaatkan informasi yang bentuknya beraneka ragam tersebut untuk kepentingan organisasi dan manajemen informasi yang

bermanfaat bagi organisasi. Informasi merupakan data yang telah diolah dengan suatu model tertentu, berguna dan berarti bagi penerimanya. Dengan melihat berbagai fenomena tentang pemanfaatan informasi di dalam organisasi yang efektif dan efisien, perlu pemahaman sistem pengolahan data yang didukung dengan komputer dan perangkat otomatisasi lainnya.



Gambar V.4

Manajemen basis data

(Andrasto, 2013)

Sebuah sistem basis data merupakan sistem yang terdiri atas kumpulan *file* (tabel) yang saling berhubungan (dalam sebuah basis data di bawah sistem komputer) dan sekumpulan program *Database Managenent System* (DBMS) yang memungkinkan beberapa pemakai dan /

atau program lain untuk mengakses dan memanipulasi file-*file* (tabel-tabel) tersebut (Andrasto, 2013). Gambaran tersebut ditunjukkan pada Gambar V.4.

OTOMATISASI TAMBAT LABUH KAPAL PENANGKAP TUNA DI PELABUHAN BENOA BALI

Keadaan di Pelabuhan Benoa di mana cara tambat labuh dan sandar dari kapal penangkap tuna masih terlihat tidak teratur dan tidak tertata dengan baik. Kondisi ini tentunya dari aspek keindahan dan lalu lintas kapal yang mau sandar kurang nyaman. Atas dasar permasalahan ini, penulis hendak memberikan solusi untuk mengatur tata tambat labuh dan sandar kapal penangkap tuna sehingga terlihat rapi sehingga arus lalu lintas kapal penangkap tuna yang mau bersandar jadi lebih mudah. Dasar pembuatan solusi ini bercermin pada tata letak parkir mobil yang sudah bagus pada mal atau hotel.

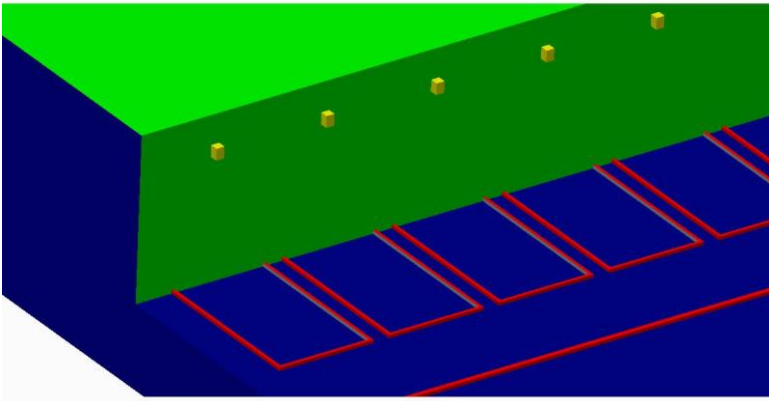
Konsep solusi yang disajikan adalah dengan membuat denah tambat labuh dan denah jalan untuk sandar kapal penangkap tuna menggunakan perangkat elektronik berbasis mikrokontroler. Output dari solusi ini adalah desain denah tambat labuh dan denah jalan untuk lalu lintas kapal penangkap tuna yang mau bersandar menggunakan mikrokontroler dan sensor cahaya.

Metode

1. Pendefinisian masalah terkait pokok-pokok yang akan diotomatisasikan:
 - Otomatisasi denah tambat labuh kapal berupa garis menggunakan cahaya.
 - Otomatisasi denah jalan kapal menuju lokasi sandar kapal berupa garis menggunakan cahaya.
 - Otomasisasi status keberadaan lokasi sandar di area pelabuhan.
 - Otomatisasi identifikasi atau penomoran lokasi sandar kapal.
2. Mendesain sistem otomomatisasi.
3. Diagram alir kerja otomatisasi tambat labuh dan sandar kapal pada pelabuhan.
4. Perancangan perangkat keras untuk proses otomatisasi tambat labuh dan sandar kapal pada pelabuhan menggunakan simulasi *proteus*.
5. Pembuatan program otomatisasi pada mikrokontroler menggunakan program *Code Vision AVR*.
6. Menampilkan data ke monitor LCD pada otomatisasi tambat labuh kapal yang menunjukkan ketersediaan area sandar pada pelabuhan, serta menampilkan dan menyimpan data.

Proses Otomatisasi Denah Tambat Labuh Kapal Berupa Garis Menggunakan Cahaya.

Pada tahap ini yang diotomatisasikan adalah area sandar dan jalan untuk kapal. Pada tahap ini dilakukan pembuatan garis segi empat menggunakan cahaya untuk membentuk area sandar kapal, serta pembuatan garis lurus menggunakan cahaya untuk jalan kapal. Ilustrasi tersebut ditunjukkan pada Gambar V.5.



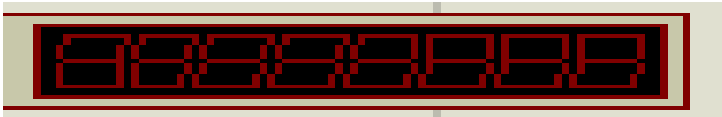
Gambar V.5

Model pelabuhan tempat tambat labuh kapal, kotak bergaris merah adalah area sandar kapal, sedangkan garis lurus merah adalah jalan untuk kapal

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Proses Otomasisasi Status Keberadaan Tempat Sandar Kapal di Area Pelabuhan

Pada tahap ini yang diotomatisasikan adalah keberadaan area untuk sandar kapal, dengan membuat informasi berupa keterangan tersedia dan tidak tersedia (penuh) menggunakan papan informasi, seperti yang ditunjukkan pada Gambar V.6.



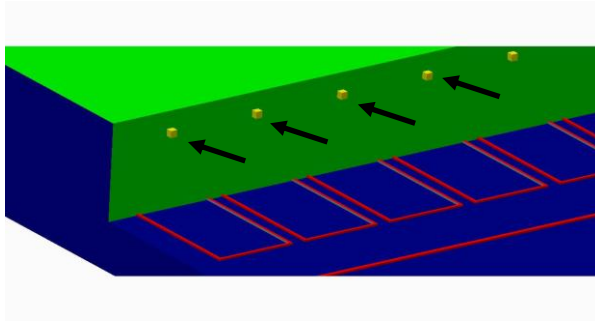
Gambar V.6

Model papan informasi keberadaan area sandar kapal

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

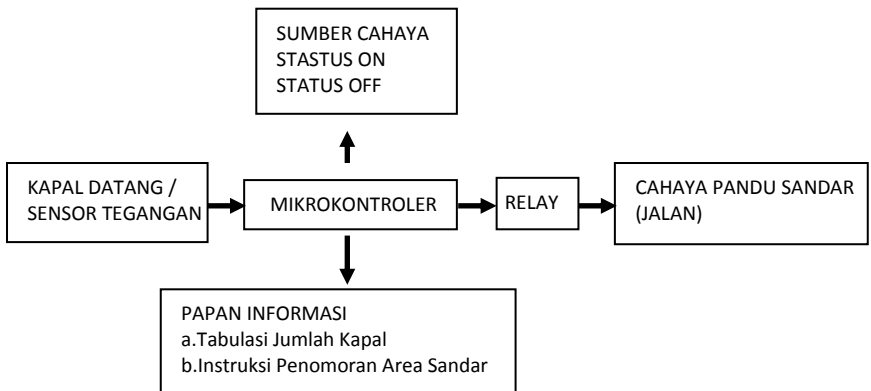
Proses Otomatisasi identifikasi atau penomoran Tempat Sandar Kapal

Pada tahap ini yang diotomatisasikan adalah penomoran area sandar kapal, dengan membuat penomoran pada lokasi sandar kapal sebagai identitas menggunakan angka yang ditampilkan pada papan informasi berwarna kuning. Ilustrasi tersebut ditunjukkan pada Gambar V.7.



Gambar V.7

Model identitas area sandar kapal (kotak berwarna kuning)
menggunakan penomoran
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)



Gambar V.8

Desain sistem kerja otomatisasi tambat labuh kapal di pelabuhan
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

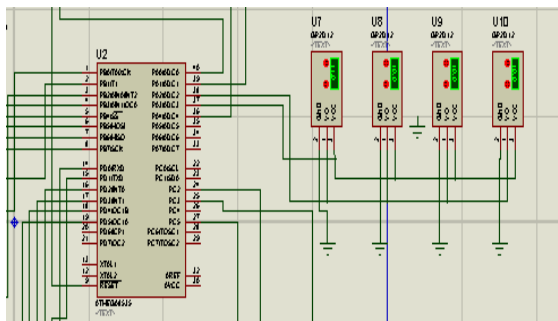
Pada desain otomatisasi tambat labuh kapal di pelabuhan ini, ketika ada kapal yang mendekat ke area pelabuhan untuk bertambat, sensor tegangan akan membaca adanya kapal yang datang. Ini menjadi inputan bagi mikrokontroler. Mikrokontroler kemudian akan melakukan dua tugas yaitu:

- a. Memerintahkan sumber cahaya untuk menyala (*on*), kemudian cahaya ini akan di-*relay*-kan membentuk jalan yang menjadi panduan bagi kapal untuk bersandar, yang akan mengarahkan kapal untuk bertambat di area yang telah ditentukan. Bersamaan dengan ini, mikrokontroler memerintahkan area sandar untuk menyala, sebagai tujuan dari sandar kapal.
- b. Ketika tegangan membaca adanya kapal datang, mikrokontroler memerintahkan papan informasi untuk mentabulasi jumlah kapal yang masuk saat itu. Mikrokontroler juga memberikan perintah kepada papan informasi identitas area sandar kapal untuk memunculkan nomor urut area sandarnya.

Perancangan Perangkat Keras Otomatisasi Tambat Labuh Kapal di Pelabuhan

a. Rangkaian Tegangan

Rangkaian tegangan merupakan rangkaian untuk membaca adanya kapal yang datang. Rangkaian ini masuk dalam kategori input bagi mikrokontroler (Gambar V.9).



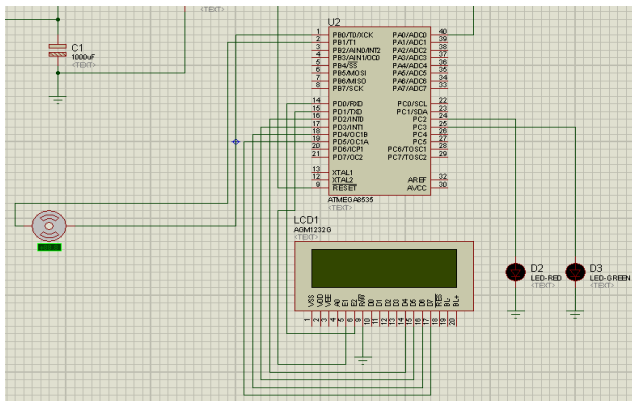
Gambar V.9

Desain perancangan tegangan pada mikrokontroler untuk proses otomatisasi tambat labuh kapal di pelabuhan
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

b. Rangkaian Pengendali

Rangkaian pengendali ini menggunakan mikrokontroler Atmega 8535 yang memiliki fitur membaca nilai input dari rangkaian tegangan. Pin yang digunakan pada Atmega 8535 ini sebagai input adalah pin A, yang

merupakan pin untuk ADC, dan pin outputnya adalah pin B untuk *driver* sumber cahaya. Sedangkan pin D digunakan untuk LCD yang akan menampilkan status jumlah kapal yang sudah sandar dan juga sebagai papan informasi untuk identitas nomor urut area sandar kapal.



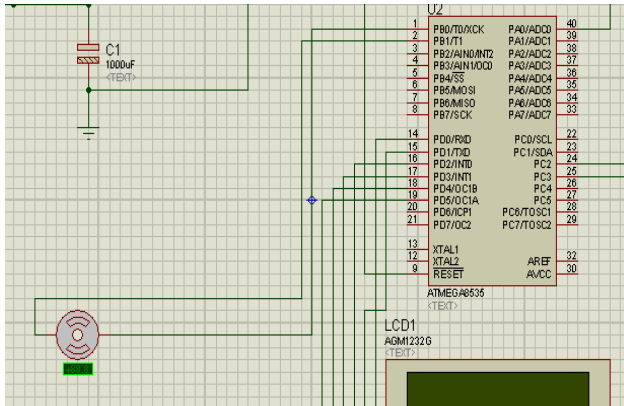
Gambar V.10

Desain perancangan pengendali pada mikrokontroler untuk proses otomatisasi tambat labuh kapal di pelabuhan
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

c. Rangkaian Sumber Cahaya

Rangkaian sumber cahaya adalah rangkaian yang menggunakan perangkat sumber cahaya yang digunakan untuk membuat garis jalan untuk pandu dan garis area sandar kapal yang akan bertambat labuh. Rangkaian

sumber cahaya masuk dalam pin output. *Relay* digunakan sebagai *driver* sumber cahaya hidup atau mati (Gambar V.11).



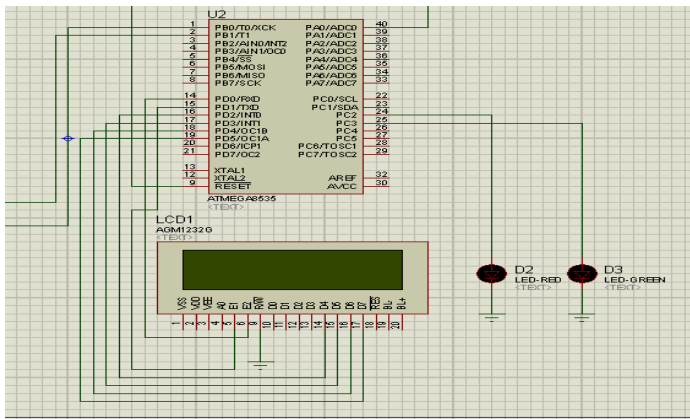
Gambar V.11

Desain perancangan rangkaian sumber cahaya pada mikrokontroler untuk proses otomatisasi tambat labuh kapal di pelabuhan

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

d. Rangkaian LCD

LCD digunakan untuk menampilkan data yang terdapat pada mikrokontroler. LCD dalam rangkaian pada Gambar V.12 akan menampilkan status jumlah kapal yang sudah tambat labuh, dan menampilkan identitas nomor urut bagi area sandar kapal.

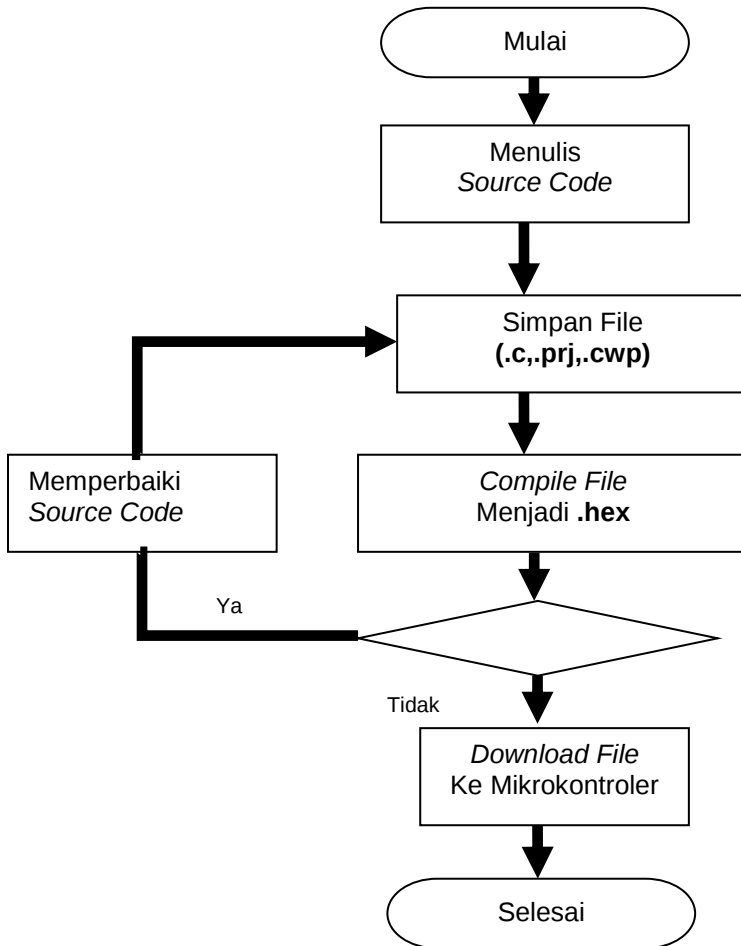


Gambar V.12

Desain perancangan LCD pada mikrokontroler untuk proses otomatisasi tambat labuh kapal di pelabuhan
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Pembuatan Program

Perangkat lunak yang digunakan untuk memprogram mikrokontroler menggunakan bahasa pemrograman C pada *software Code Vision AVR*. Adapun langkah-langkah dalam pembuatan program dapat dilihat pada Gambar V.13.



Gambar V.13

Diagram alir pembuatan program mikrokontroler untuk proses otomatisasi tambat labuh kapal di pelabuhan

(Sumber: Sebayang *et al.*, 2016)

PENUTUP

Ada dua output yang menjadi substansi penting dalam konsep perancangan otomatisasi tambat labuh kapal di pelabuhan, yaitu:

1. Output pertama adalah otomatisasi membentuk garis pandu atau pengarah bagi kapal yang akan bertambat, sekaligus membentuk area sandar berupa garis segi empat bagi kapal tersebut.
2. Output kedua adalah identitas area sandar berupa nomor urut dengan angka, sekaligus sebagai tabulasi jumlah kapal yang sudah sandar, sehingga selanjutnya bisa dimanfaatkan untuk informasi ketersediaan area sandar kapal.

Adanya penataan ini tentunya akan membantu dalam hal kerapian area sandar, informasi tabulasi jumlah kapal, dan tentunya bisa dikembangkan untuk monitoring bagi *stakeholder*.

DAFTAR PUSTAKA

Andrasto, T. (2013). Pengembangan Sistem Database Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Dosen Unnes. *Jurnal Teknik Elektro*, 5(2), 64-68.

- Anonim. (2012). Geliat Perikanan Tuna di Pelabuhan Benoa Bali. Diakses 2 April 2019, dari <https://ikantunaku.wordpress.com/2012/04/22/geliat-perikanan-tuna-di-pelabuhan-benoa-bali>
- Febriana, K.T. dan Suryono. (2016). Rancang Bangun Sistem Monitoring Kadar Salinitas Air Menggunakan Wireless Sensor Systems (WSS). *Youngster Physics Journal* Vol. 5, No. 4, Oktober 2016, Hal. 227-234.
- Haiduc, P. dan HP InfoTech S.R.L. (2017). *CodeVision AVR V3.32 User Manual. Revision 67/12.2017*. HP InfoTech S.R.L.
- Rochman, F., Jatmiko, I., dan Fahmi, Z. (2018). Dinamika Industri Rawai Tuna di Pelabuhan Benoa. *Marine Fisheries*, 9(2), 209-220.
- Rumagit, F.D., Wuwung, J.O., Sompie, S.R.U.A., dan Narasiang, B.S. (2012). Perancangan Sistem Switching 16 Lampu Secara Nirkabel Menggunakan Remote Control. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 1(2), 1-5.
- Sebayang, R.K., Zebua. O., dan Soedjarwanto, N. (2016). *Perancangan Sistem Pengaturan Suhu Kandang Ayam Berbasis Mikrokontroler*. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 4(3), 9-17.

VMS DATA MINING UNTUK PENGELOLAAN PERIKANAN TANGKAP YANG BERKELANJUTAN

Marza Ihsan Marzuki

Pusat Riset Kelautan, BRSDMKP - KKP

Jl. Pasir Putih II, Ancol Timur, Jakarta Utara 14430

Email: im.marza@gmail.com

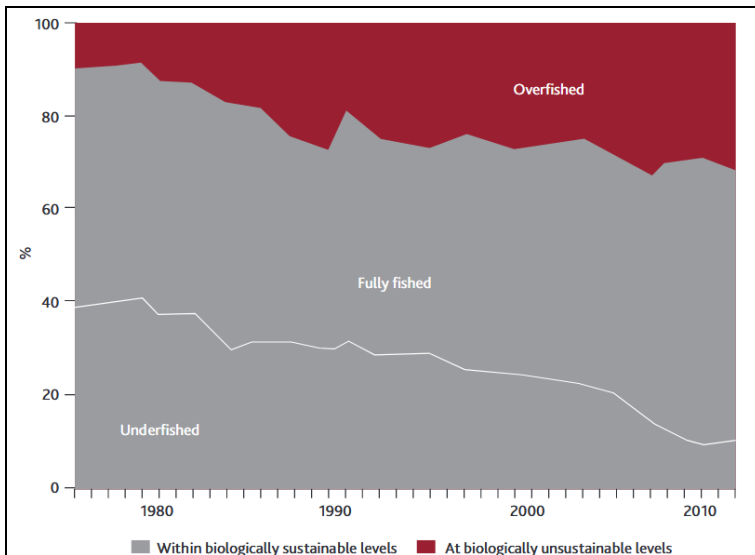
GAMBARAN UMUM

Permintaan konsumsi protein yang berasal dari ikan akan terus meningkat seiring dengan prediksi meningkatnya jumlah penduduk dunia menjadi 9 miliar orang di tahun 2050 (FAO, 2016). Saat ini konsumsi ikan dunia sebesar 16,7% dari total konsumsi protein hewani atau 6,5 % dari konsumsi seluruh protein dunia (FAO, 2016). Konsumsi ikan yang terus meningkat ini berbanding terbalik dengan kemampuan produksi perikanan dunia yang terus menurun akibat *overfishing* (Shakouri, 2010).

Riset yang dilakukan oleh FAO tentang kajian *fish stock* di tahun 1973-2013 menunjukkan bahwa *trend* perikanan dunia dengan kondisi *underfishing* yang semakin menurun sedangkan kondisi *overfishing* semakin meningkat (Gambar VI.1). Kondisi *underfishing* di tahun

1974 berkisar di angka 40%, tetapi di tahun 2013 menurun menjadi 10%. Sebaliknya untuk kondisi *overfishing*, wilayah yang mengalami *overfishing* masih berkisar di angka 10% pada tahun 1974, tetapi di tahun 2013 mengalami peningkatan menjadi 30%. Hal ini menunjukkan bahwa secara statistik, berselang 40 tahun wilayah *overfishing* mengalami kenaikan sebesar 20%. Hal ini berarti jika tidak dilakukan pengelolaan perikanan secara baik dan benar serta berkelanjutan maka diperkirakan pada suatu titik waktu tertentu maka produksi perikanan tangkap akan mengalami deplesi (kepunahan).

Riset yang dilakukan oleh Worm menyebutkan jika trend *overfishing* saat ini tidak segera dihentikan maka di tahun 2048 penduduk dunia kemungkinan tidak dapat mengkonsumsi makanan yang bersumber dari laut seperti ikan atau *seafood* (Worm *et al.*, 2006). Meskipun hasil riset ini masih diperdebatkan kemungkinan terjadinya, tetapi hal ini menunjukkan bahwa pengelolaan perikanan secara berkelanjutan harus secara tegas diterapkan oleh setiap negara sehingga generasi mendatang baik masyarakat umum maupun komunitas nelayan tetap dapat memperoleh nilai manfaat baik secara ekologis maupun ekonomis dari perikanan tangkap.



Gambar VI.1

Trend stok ikan global tahun 1974 - 2013

(Sumber: ICTSD, 2018)

Kontributor utama terjadinya *overfishing* dapat dikategorikan menjadi tiga sebab yaitu *overcapacity*, inefisiensi manajemen perikanan, dan *Illegal-Unreported-Unregulated* (IUU) *Fishing* (Pauly et al., 2002). *Overcapacity* berhubungan dengan penggunaan kapal perikanan modern dengan kapasitas super besar yang menggunakan teknologi tinggi dan alat tangkap yang tidak ramah lingkungan, termasuk juga dalam hal ini kapal kecil dengan jumlah yang sangat banyak, yang akan mengeruk

**VMS Data Mining untuk Pengelolaan Perikanan Tangkap
yang Berkelanjutan**

perikanan tanpa memperhatikan batasan kuota tertentu. Inefisiensi manajemen perikanan berkaitan dengan rendahnya peranan pemerintah dalam membuat regulasi untuk pengelolaan perikanan tangkap yang berkelanjutan. *Illegal, Unreported, Unregulated (IUU) Fishing* berkenaan dengan lemahnya sistem pemantauan, kontrol, dan pengawasan (*Monitoring, Control, and Surveillance – MCS*) suatu negara terhadap aktivitas perikanan tangkap sehingga mengakibatkan kerugian besar terhadap ekonomi dan kerusakan masif lingkungan negara tersebut.

Indonesia sebagai negara kepulauan terbesar di dunia memiliki luasan perairan sebesar 77% dari wilayah negara. Perairan yang sangat luas ini menjadikan Indonesia merupakan negara penghasil perikanan tangkap kedua di dunia setelah China dengan produksi sebesar 6.216.777 ton dan 6.109.783 ton di tahun 2015 dan 2016 secara berurutan (FAO, 2018). Hal ini menunjukkan bahwa sektor perikanan tangkap merupakan salah satu sektor yang memberikan kontribusi ekonomi yang sangat besar terhadap negara dan sebagai sumber mata pencaharian terbesar masyarakat pesisir.

Berkenaan dengan hal tersebut di atas, Pemerintah Indonesia melalui Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) perlu mengelola perikanan secara berkelanjutan.

Pengelolaan ini memerlukan teknologi terpadu sehingga dalam pelaksanaannya efektif dan efisien. Sistem *Monitoring, Control, and Surveillance* (MCS) merupakan solusi teknologi untuk mendukung pengelolaan perikanan yang berkelanjutan. Teknologi MCS sangat didukung oleh FAO agar dapat diterapkan oleh semua negara maritim terutama seperti Indonesia yang memiliki lautan yang sangat luas dan berkepulauan.

Salah satu teknologi MCS yang sangat efektif untuk memantau aktivitas kapal perikanan adalah sistem *Vessel Monitoring System* (VMS). Sejak tahun 2003, pemerintah Indonesia telah mewajibkan secara bertahap kapal perikanan berukuran di atas 30 GT untuk memasang *transmitter* VMS. Persyaratan diterbitkannya Surat Izin Penangkapan Ikan (SIPI) adalah jika kapal tersebut sudah dipasang perangkat VMS. Setiap kapal yang dilengkapi dengan VMS dapat terpantau aktivitasnya oleh *fishing monitoring center* (FMC) dan pemilik kapal. Keutamaan pemantauan kapal ikan menggunakan sistem VMS adalah untuk memastikan bahwa kapal tersebut bersifat kooperatif karena bersedia untuk dipantau aktivitasnya terutama dalam hal berikut:

- Melakukan penangkapan sesuai zona penangkapan (WPP) yang sudah ditetapkan.

- Tidak melakukan penangkapan di kawasan konservasi perairan nasional (MPA).
- Tidak melakukan *transshipment*.
- Melakukan pendaratan ikan sesuai pangkalan yang ditetapkan.

Mengandalkan sistem VMS saja ternyata memiliki keterbatasan dalam menghadapi permasalahan *IUU fishing* di Indonesia. Pemasangan *transmitter* VMS di setiap kapal hanya dapat menunjukkan kapal-kapal yang kooperatif dalam melaksanakan aktivitas penangkapan ikan. Sedangkan aktivitas ilegal terhadap kapal yang tidak menggunakan VMS tidak dapat terdeteksi, kecuali melengkapinya dengan teknologi MCS lain, seperti menggunakan teknologi radar. Pada tahun 2014 pemerintah Indonesia bekerja sama dengan Prancis membangun sistem penerima stasiun radar di Perancak - Bali dalam skema proyek INDESO (*Infrastructure Development of Space Oceanography*). Dengan dilengkapinya teknologi radar ini berarti Indonesia sudah memiliki sistem MCS yang lengkap untuk mendukung pengelolaan perikanan yang berkelanjutan.

Memasuki industri 4.0 sebagai era industri yang menitikberatkan di antaranya pada kemampuan *big data*

mining berbasis *artificial intelligence*, maka data merupakan sumber daya yang sangat bernilai tinggi. Data VMS yang tersedia sejak tahun 2003 menyimpan informasi tersembunyi. Untuk mengungkapnya diperlukan teknik *data mining* sehingga dapat diperoleh informasi baru yang tidak terbaca sebelumnya. Informasi strategis yang diperoleh dari *mining* data VMS ini akan mengoptimalkan peranan teknologi VMS untuk mendukung kebijakan pemerintah dalam pengelolaan perikanan yang berkelanjutan.

Tulisan ini dimaksudkan untuk melakukan analisis pemanfaatan data VMS menggunakan metode deskriptif - eksploitatif untuk menunjang kebijakan pengelolaan perikanan yang berkelanjutan.

EKSPLORASI PEMANFAATAN DATA VMS

VMS merupakan instrumen penting dalam pemantauan aktivitas kapal perikanan berbasis satelit untuk pengelolaan perikanan yang berkelanjutan. Fungsi utama VMS adalah sebagai salah satu alat MCS untuk membantu otoritas pengelola perikanan dan pemilik kapal dalam memantau aktivitas kapal perikanan. VMS *database* menyimpan informasi penting yang tersembunyi yang

mungkin tidak dapat diungkapkan secara metrik konvensional.

Perkembangan teknik *data mining* dan metode *machine learning* membuka perspektif baru untuk menggali informasi penting melalui pendekatan pengenalan pola (*pattern recognition*), *clustering data*, klasifikasi data, dan informasi prediktif. Memungkinkannya penggunaan metode *data mining* dan *machine learning* ini dalam mengungkap informasi yang tersembunyi dalam data didukung oleh perkembangan teknologi komputasi yang semakin cepat dan kapasitas penyimpanan yang semakin besar dan murah. Potensi pemanfaatan data VMS akan diulas secara lengkap pada pembahasan dibawah ini.

Prediksi Aktivitas Kapal

Data VMS menyediakan informasi yang sangat berharga tentang pola spasial dan temporal pergerakan kapal ikan yang dapat merefleksikan aktivitas apa yang sedang dilakukan di laut, sehingga dapat dimanfaatkan dalam berbagai skala kepentingan (Marzuki *et al.*, 2018). Setiap pergerakan kapal jika dianalisis menggunakan metode *statistical learning* maka dapat ditemukan karakteristik dan pola tertentu yang melekat pada kapal tersebut. Karakteristik dan pola yang diperoleh dari analisis

trajectory kapal dapat digunakan untuk mengetahui aktivitas apa yang sedang dilakukan oleh kapal tersebut.

Sebagai ilustrasi sederhana kapal tanker dengan kapal ikan memiliki karakteristik dan pola yang berbeda. Kapal tanker cenderung memiliki pola jarak *cruising* yang jauh dengan kecepatan yang relative konstan, sedangkan kapal ikan cenderung memiliki pola *intermittent* yang berarti pada saat tertentu kapal berkecepatan tinggi dengan perubahan arah yang kecil (*cruising*) dan pada posisi tertentu berkecepatan rendah dengan perubahan arah yang besar (*searching* atau *fishing*). Pola yang melekat pada setiap kapal ini dapat dimanfaatkan untuk mengidentifikasi aktivitas kapal tersebut.

Secara umum aktivitas kapal perikanan dapat dibagi menjadi 3 bagian yaitu: *cruising*, *searching*, dan *fishing* (Walker *et al.*, 2010). *Crusing* berarti melakukan perjalanan dari pelabuhan menuju *fishing ground*, *searching* berarti melakukan pencarian lokasi *fishing ground*, dan *fishing* berarti melakukan penangkapan di daerah *fishing ground*. Berbagai metode yang dapat digunakan untuk membedakan berbagai aktivitas kapal perikanan telah banyak dikaji mulai dari yang sangat sederhana hingga yang sangat kompleks. Tingkat kompleksitas ini biasanya berbanding lurus dengan tingkat akurasi yang diperoleh.

Secara general beberapa metode yang sudah dikembangkan untuk melakukan identifikasi aktivitas kapal perikanan ditampilkan pada Tabel VI.1.

Tabel VI.1

Metode untuk menentukan aktivitas kapal perikanan menggunakan data VMS

NO	METODE	PRINSIP KERJA	KETERANGAN
1.	Filtrasi sederhana berdasarkan kecepatan kapal	Kapal yang memiliki kecepatan tertentu merefleksikan aktivitas yang dilakukan. Speed (knot): 0-0.5 → drifting 0.5-6 → setting > 6 → cruising	Umumnya digunakan untuk kapal dengan alat <i>bottom otter trawl</i> (Mills et al., 2007)
2.	<i>Multi-layer</i> filtrasi berdasarkan kecepatan kapal dan waktu operasional kapal	Seperti halnya metode no 1, namun menambahkan satu layer filtrasi waktu operasi seperti siang atau malam.	Umumnya digunakan untuk kapal <i>pole-and-line</i> dan <i>pourse-seine</i> (de Souza et al., 2016)
3.	<i>Hidden</i> Markov Model	Menggunakan dua parameter penting yaitu parameter teramati disebut observasi <i>state</i> dan	Umumnya digunakan untuk kapal

Aplikasi Teknologi Pengelolaan Perikanan Tangkap

(HMM)	parameter tersembunyi disebut dengan alat <i>hidden-state</i> . Kecepatan dan tangkap <i>turning angle</i> (atau turunannya) <i>trawler</i> , sebagai parameter observasi- <i>longliner</i> (de <i>state</i> . Sedangkan parameter Souza et al., <i>hidden-state</i> merupakan 2016; Marzuki, parameter yang dicari 2017) berdasarkan prinsip Rantai Markov. Prinsipnya adalah <i>state</i> sekarang hanya ditentukan oleh satu <i>state</i> sebelumnya (tidak memperhitungkan dua <i>state</i> sebelumnya atau lebih atau <i>state</i> sesudahnya). Parameter penting untuk menentukan <i>hidden state</i> ada 3 yaitu: distribusi probabilitas <i>state</i> transisi, distribusi probabilitas observasi, dan dsitribusi <i>state</i> inisial. Ketiga parameter tersebut dapat diperoleh dengan menggunakan algoritma Baum-Welch.
4. <i>Support Vector Machine</i> (SVM)	SVM merupakan metode Umumnya klasifikasi dengan prinsip digunakan klasifikasi berdasarkan margin untuk alat optimal (<i>support vector</i>) tangkap

		menggunakan kernel trik jika separasi <i>hyperplane</i> tidak dapat dicapai. <i>Cross-validation</i> digunakan untuk melakukan <i>parameter-tuning</i> dan set-kernel.	Pourse-seine, Bouke ami (Joo <i>et al.</i> , 2013; Marzuki, 2017)
5.	<i>Random Forest</i> (RF)	Prinsip RF adalah menggunakan <i>training</i> data untuk men- <i>generate</i> sejumlah besar <i>trees</i> berdasarkan prosedur <i>bootstrapping</i> , kemudian melakukan <i>voting</i> terhadap kelas yang paling banyak. Data yang tidak digunakan untuk membuat pohon keputusan disebut <i>out of bag</i> yang digunakan untuk menentukan tingkat <i>error</i> .	Umumnya digunakan untuk alat tangkap <i>pourse-seine</i> , <i>bouke-ami</i> (Joo <i>et al.</i> , 2013; Marzuki, 2017)
7.	<i>Neural Network</i> (NN)	Metode NN menggunakan komputer untuk men- <i>generate</i> fitur-fitur secara otomatis berdasarkan jumlah filter yang sudah ditentukan oleh <i>user</i> . Komputer akan menentukan fitur terbaik untuk menganalisis klasifikasi yang ditetapkan.	Semua jenis alat tangkap (Russo <i>et al.</i> , 2011)

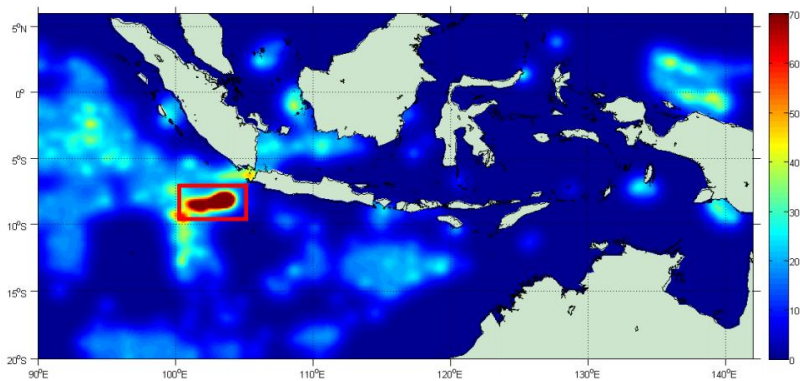
Estimasi *Fishing Effort*

Fishing effort merupakan instrumen penting untuk mengetahui tingkat kelimpahan ikan (*fish stock*) dan indikator penting untuk menentukan kebijakan pengelolaan perikanan yang berkelanjutan. *Fishing effort* dapat memberikan informasi seberapa besar suatu lokasi *fishing ground* telah dieksplorasi sehingga manajemen dapat menentukan kebijakan dalam pengelolaan perikanan yang berkelanjutan seperti memberlakukan sistem *open-close area*, sistem kuota tangkapan, dan *marine protected area* (MPA).

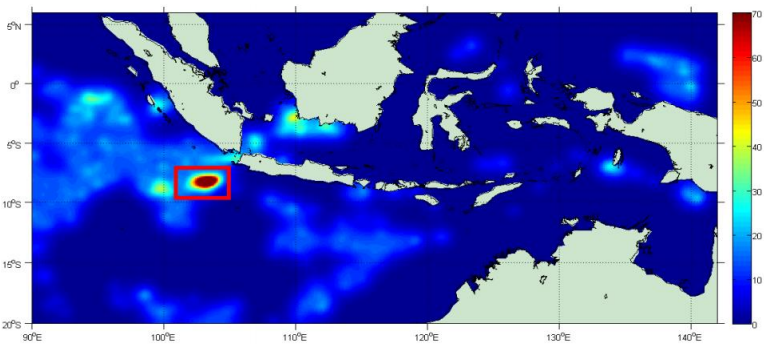
Tantangan utama dalam melakukan perhitungan *fishing effort* adalah sulitnya memperoleh data yang akurat dan lengkap dari hasil tangkapan nelayan (Marrs *et al.*, 2002). Data VMS diharapkan dapat memberikan kontribusi untuk estimasi *fishing effort* (Joo *et al.*, 2013). Kelebihan data VMS sebagai alternatif untuk menghitung *fishing effort* adalah karena perekaman data secara otomatis, kualitas informasi yang diberikan sangat tinggi, dan tidak tergantung oleh pengisian nelayan (Bertrand *et al.*, 2007).

Perhitungan *fishing effort* berbasis data VMS dapat diperoleh dengan menggunakan analisis statistik berdasarkan lamanya kapal melakukan aktivitas penangkapan (*fishing hours* atau *fishing days*) pada suatu

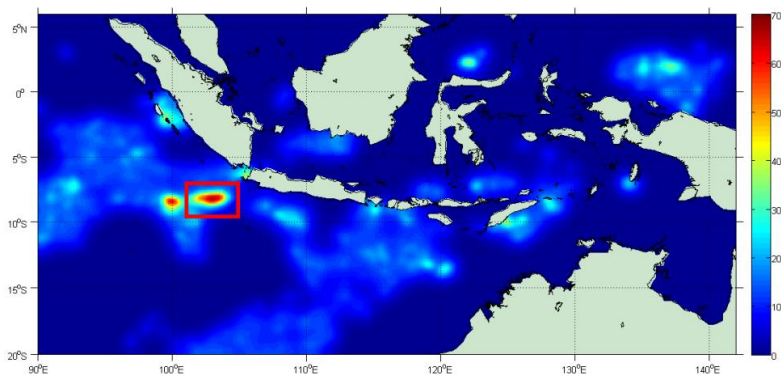
area tertentu (misal per km persegi) (Chang dan Yuan, 2014). Metode untuk menentukan aktivitas kapal melakukan *fishing* dan *non fishing* berdasarkan data VMS dapat menggunakan salah satu metode yang dijelaskan pada Tabel VI.1.



(a)



(b)



(c)

Gambar VI.2

Distribusi *fishing effort* yang diturunkan dari data VMS untuk kapal *longline*

(a) Tahun 2012

(b) Tahun 2013

(c) Tahun 2014

(Sumber: Marzuki, 2017)

Fishing effort hanya menghitung aktivitas kapal yang sedang melakukan aktivitas penangkapan saja yaitu *searching*, *setting*, *hauling*, dan *fishing*. Di luar aktivitas tersebut seperti *cruising* atau kapal yang mengalami kerusakan tidak dimasukkan dalam perhitungan *fishing effort*.

Prediksi Jenis Alat Tangkap

Data VMS merupakan sumber data penting karena selain memiliki fungsi utama untuk *monitoring dan tracking* kapal, juga memiliki informasi tersembunyi yang dapat dieksplorasi untuk memberikan informasi penting lain bagi *stakeholder*. Salah satu informasi penting tersebut di antaranya adalah jenis alat tangkap yang digunakan untuk menangkap ikan.

Beberapa negara membolehkan untuk menggunakan lebih dari satu alat tangkap, namun harus melaporkannya secara lengkap dalam *log book* perikanan (Russo *et al.*, 2011). Di Indonesia penggunaan alat tangkap ini diatur oleh pemerintah dan setiap kapal hanya boleh menggunakan alat tangkap sesuai dengan Surat Izin Penangkapan Ikan (SIUP) yang diterbitkan. Penggunaan alat tangkap di luar izin yang diberikan dapat dianggap sebagai kegiatan yang melanggar dan termasuk kegiatan penangkapan *illegal*.

Cara klasik yang dilakukan untuk mengawasi penggunaan alat tangkap ini adalah dengan melakukan inspeksi terhadap kapal ikan yang akan berangkat sebelum dikeluarkan surat izin berlayar. Teknik inspeksi ini di satu sisi sangat efektif untuk dilakukan, namun di sisi lain ada kemungkinan kapal melakukan kecurangan

dengan menyembunyikan alat tangkapnya atau mengganti alat tangkapnya di tengah laut. Untuk itu diperlukan metode baru untuk mengetahui penggunaan alat tangkap yaitu dengan memanfaatkan data VMS.

Metode *machine learning* dapat digunakan untuk menentukan alat tangkap yang digunakan berdasarkan *trajectory* kapal. Setiap kapal dengan jenis alat tangkap tertentu akan memiliki pola tertentu yang dapat digunakan untuk membedakan jenis alat tangkap yang ada. Untuk mendapatkan pola tertentu, ini maka perlu diturunkan fitur-fitur apa yang dapat membedakan kapal tersebut berdasarkan jenis alat tangkapnya. Riset yang dilakukan oleh Marzuki mengembangkan algoritma untuk menentukan jenis alat tangkap yang digunakan oleh suatu kapal yang dapat dideteksi dengan menggunakan metode *machine learning* berbasis *supervised* dan *unsupervised learning* (Marzuki, 2017). *Unsupervised learning* digunakan untuk menurunkan fitur-fitur yang sesuai dengan karakteristik setiap kapal menurut jenis alat tangkapnya. Sedangkan *supervised learning* digunakan untuk mempelajari pola setiap alat tangkap berdasarkan fitur-fitur yang diperoleh dari *unsupervised learning* dan ditambahkan fitur lain seperti *sinuosity*, rata-rata posisi Global Positioning System (GPS), dan sebagainya

(Marzuki, 2017). Model yang diperoleh dari *supervised learning* ini dapat digunakan untuk prediksi jenis alat tangkap kapal ikan berdasarkan *trajectory* kapal VMS.

Verifikasi *Log Book* Penangkapan Ikan

Pemerintah Indonesia mewajibkan kapal ikan yang berukuran di atas 5 GT untuk melakukan pengisian *log book* penangkapan ikan (Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 48/PERMEN-KP/2014) sebagai syarat untuk dapat melakukan pembongkaran ikan hasil tangkapan jika pengisiannya telah sesuai. Pengisian *log book* yang diminta sebagian besar tidak sesuai dengan yang dipersyaratkan di dalam peraturan tersebut terutama dari sisi keakuratan data yang diberikan (Marzuki dan Nugroho, 2013). Beberapa hal yang menjadi penyebab data *log book* penangkapan ikan tingkat akurasi rendah di antaranya adalah sebagai berikut:

- Nelayan mengisi *log book* tidak pada lokasi saat melakukan aktivitas penangkapan. Hal ini dilakukan kemungkinan karena semua tim ikut membantu untuk aktivitas penangkapan, sehingga tidak ada yang melakukan pengisian *log book*. Biasanya para nelayan ini akan mengisi *log book* saat di pelabuhan, sehingga data yang diberikan belum tentu akurat.

- Nelayan sengaja tidak mau mengisi *log book* karena tidak ingin lokasi penangkapannya diketahui. Hal ini disebabkan lokasi ini merupakan sumber pendapatan nelayan.
- Nelayan mengisi *log book* tapi tidak sesuai dengan posisi penangkapan sebenarnya. Maksud pengisian *log book* hanya untuk melepas kewajiban saja tetapi lokasi yang diberikan adalah tidak sesuai (fiktif). Hal ini tetap berkaitan dengan dirahasiakannya lokasi penangkapan untuk menghindari kompetisi penangkapan dengan nelayan lainnya.

Berdasarkan permasalahan tersebut dapat disimpulkan bahwa ada kemungkinan nelayan tidak memberikan lokasi penangkapan secara akurat sesuai dengan yang dipersyaratkan di *log book*. Permasalahan ketidakuratan pemberian data lokasi penangkapan ini dapat dikontrol dengan menggunakan data VMS. Data VMS dapat digunakan untuk melakukan verifikasi terhadap pengisian *log book* yang dilakukan oleh nelayan. Titik koordinat lokasi penangkapan yang diisi nelayan pada *log book* penangkapan dapat di-*overlay* dengan *tracking* kapal sesuai dengan identitas kapal tersebut. Jika posisi penangkapan tidak sesuai dengan *tracking* kapal, maka

dapat dicurigai pengisian datanya salah. Petugas di pelabuhan dapat meminta konfirmasi ulang kepada nelayan untuk memberikan data yang benar sesuai dengan lokasi penangkapan yang sebenarnya.

Pemodelan Potensi *Fishing Zone*

Secara natural nelayan merupakan predator yang menggunakan strategi penangkapan ikan sebagaimana yang dilakukan oleh predator lain seperti elang laut dan anjing laut (Bertrand *et al.*, 2007). Hal ini diamati oleh Bertrand *et al.*, 2007, yang melakukan penelitian tentang pergerakan kapal ikan *anchovy* menggunakan data VMS di Peru yang merupakan penghasil *anchovy* terbesar di dunia. Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa perilaku nelayan *anchovy* memiliki kemiripan dengan pemangsa lain dalam menentukan strategi penangkapan ikan. Hal ini berarti bahwa secara natural lokasi tempat nelayan melakukan penangkapan ikan menunjukkan lokasi potensi *fishing ground*.

Dengan memanfaatkan hasil pemetaan distribusi *fishing effort* yang sudah dijelaskan sebelumnya, maka dapat dibuat pemodelan potensi *fishing zone*. Pemodelan ini dibuat berdasarkan distribusi *fishing effort* secara

musiman (bulanan, per-tiga-bulanan, atau per-musim) yang diturunkan dari data VMS.

Hasil analisis *fishing effort* per musim ini dapat dipetakan untuk mengetahui pola musim penangkapan ikan. Lebih jauh lagi dapat digunakan untuk mengetahui pergeseran *fishing zone* akibat pengaruh perubahan iklim. Dengan mengetahui dinamika ini maka dapat dilakukan prediksi lokasi titik pergeseran di masa mendatang yang akan menjadi lokasi *fishing zone* yang baru.

PENUTUP

Data VMS memiliki nilai yang sangat penting untuk mendukung kebijakan pengelolaan perikanan yang berkelanjutan. Dengan menggunakan teknik *data mining* dan metode *machine learning*, dapat digali informasi tersembunyi yang terdapat di dalam data VMS yang secara strategis dapat dimanfaatkan untuk mendukung kebijakan pengelolaan perikanan yang berkelanjutan.

REFERENSI

Bertrand, S., Bertrand, A., Guevara-Carrasco, R., dan Gerlotto, F. (2007). Scaleinvariant movements of fishermen: the same foraging strategy as natural predators. *Ecol. Appl.*, 17(2), 331–3376.

- Chang, S.K. dan Yuan, T.L. (2014). Deriving high-resolution spatiotemporal fishing effort of large-scale longline fishery from vessel monitoring system (VMS) data and validated by observer data. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 71(9), 1363- 1370.
- de Souza, E.N., Boerder, K., Matwin, S., dan Worm, B. (2016). Improving Fishing Pattern Detection from Satellite AIS Using Data Mining and Machine Learning. *Plos One*, 11(7), e0158248.
- FAO. (2016). *The State of World Fisheries and Aquaculture: Contributing to food security and nutrition for all*. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2018). *The State of World Fisheries and Aquaculture - Meeting the Sustainable Development Goals*. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- ICTSD. (2018). *Fisheries Subsidies Rules at the WTO: A Compilation of Evidence and Analysis*. Geneva, Switzerland: International Centre for Trade and Sustainable Development (ICTSD).

- Joo, R., Bertrand, S., Tam, J., Fablet, R. (2013). Hidden Markov Models: The Best Models for Forager Movements? Plos One, 8(8), 1-12, e71246.
- Marrs, S.J., Tuck, I.D., Atkinson, R.J.A., Stevenson, T.D.I., dan Hall, C. (2002). Position data loggers and logbooks as tools in fisheries research: results of a pilot study and some recommendations. Fisheries Research, 58(1), 109-117.
- Marzuki, M.I. dan Nugroho, H. (2013) Rancang Bangun Elektronik Log Book Perikanan Berbasis GPRS untuk Mendukung Pengelolaan Perikanan Berkelanjutan, Prosiding Seminar Hasil Penelitian Terbaik Tahun 2013, 164-179. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Marzuki, M.I. (2017). VMS data analyses and modeling for the monitoring and surveillance of Indonesian fisheries. Computer Vision and Pattern Recognition [cs.CV]. Disertasi. Ecole Nationale Supérieure Mines-Télécom Atlantique: Université Bretagne Loire.
- Marzuki, M.I., Gaspar, P., Garelo, R., Kerbaol, V., dan Fablet, R. (2018). Fishing Gear Identification from Vessel-Monitoring-System-Based Fishing Vessel

- Trajectories. *IEEE Journal of Oceanic Engineering*, 43(3), 689-699.
- Mills, C.M., Townsend, S.E., Jennings, S., Eastwood, P.D., dan Houghton, C.A. (2007). Estimating high resolution trawl fishing effort from satellite-based vessel monitoring system data. *ICES Journal of Marine Science*, 64(2), 248–255.
- Muench, A., DePiper, G.S., dan Demarest, C. (2018). On the precision of predicting fishing location using data from the Vessel Monitoring System (VMS). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 75(7), 1036-1047.
- Pauly, D., Christensen, V., Gu  nette, S., Pitcher, T.J., Sumaila, U.R., Walters, C.J., Watson, R., dan Zeller, D. (2002). Towards sustainability in world fisheries. *Nature*, 418, 689-695.
- Republik Indonesia. (2014). Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan No. 48/PERMEN-KP/2014 tentang *Log Book* Penangkapan Ikan. Jakarta.
- Russo, T., Parisi, A., Prorgi, M., Boccoli, F., Cignini, I., Tordoni, M., dan Cataudella, S. (2011). When behaviour reveals activity: Assigning fishing effort to m  tiers based on VMS data using artificial neural network. *Fisheries Res.*, 111(1-2), 53–64.

- Shakouri, B., Yazdi, S.K., dan Fashandi, A. (2010). Overfishing. Proceeding of 2010 2nd International Conference on Chemical, Biological and Environmental Engineering, 229-234. Cairo, Egypt: Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- Walker. E., Gaertner, D., Gaspar, P., dan Bez, N. (2010). Fishing Activity of Tuna Purse Seiners Estimated from VMS Data and Validated by Observers' Data. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 65(6), 2376-2391.
- Worm, B., Barbier, E.B., Beaumont, N., Duffy, J.E., Folke, C., Halpern, B.S., et al. (2006). Impacts of Biodiversity Loss on Ocean Ecosystem Services. Science, 314, 787-790.

SISTEM PEMANTAUAN, KONTROL, DAN PENGAWASAN KAPAL PERIKANAN

Ariani Andayani

Pusat Riset Perikanan, BRSDM - KKP

Jl. Pasir Putih II, Ancol Timur, Jakarta

Email: arianiandayani@gmail.com

GAMBARAN UMUM

Pemantauan dan pengawasan terhadap kapal-kapal yang melintas dan beraktivitas di wilayah perairan Indonesia sangat penting dilakukan untuk beberapa tujuan, antara lain: pengelolaan perikanan, pengawasan perbatasan, keselamatan pelayaran, pencegahan polusi laut, serta pencegahan penyelundupan manusia dan narkoba.

Data pengawasan dan pemantauan kapal di Indonesia saat ini dikelola oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan khususnya untuk kapal perikanan, sedangkan kapal-kapal lainnya dikelola oleh Kementerian Perhubungan.

Setiap kapal perikanan yang akan melaksanakan kegiatan perikanan wajib mengantongi izin atau disebut

juga surat laik operasi (SLO). Kapal perikanan harus memenuhi syarat administrasi dan syarat teknis untuk memperoleh SLO. Hal ini diatur dalam Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 1/PERMEN-KP/2017 tentang Surat Laik Operasi Kapal Perikanan.

Salah satu syarat teknis untuk memperoleh SLO bagi kapal perikanan berukuran di atas 30 GT adalah telah memasang dan mengaktifkan *transmitter* sistem pemantauan kapal perikanan (SPKP). Kewajiban tersebut diatur dalam Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 42/PERMEN-KP/2015 tentang Sistem Pemantauan Kapal Perikanan. *Transmitter* SPKP yang dimaksud adalah VMS (*Vessel Monitoring System*).

Selain VMS, alat lain yang juga digunakan untuk melacak kapal adalah AIS (*Automatic Identification System*). Pemerintah Republik Indonesia melalui Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 7 Tahun 2019 tentang Pemasangan dan Pengaktifan Sistem Identifikasi Otomatis bagi Kapal yang Berlayar di Wilayah Perairan Indonesia mewajibkan setiap kapal yang berlayar di perairan Indonesia untuk memasang dan mengaktifkan AIS. Tipe AIS yang dimaksud adalah tipe klas A dan tipe klas B. Kapal perikanan dengan ukuran paling rendah 60 GT termasuk yang diwajibkan memasang AIS klas B (Republik

Indonesia, 2019). Dengan adanya peraturan tersebut, maka kapal perikanan di atas 60 GT menjadi wajib memasang dua *transponder* sekaligus, yaitu VMS dan AIS.

Sistem pengawasan dengan VMS atau AIS memiliki kelemahan, salah satunya adalah hanya kapal-kapal yang memasang *transponder* VMS atau AIS yang dapat diawasi oleh stasiun pusat pemantau kapal. Kapal-kapal yang tidak memasang VMS atau AIS akan sulit diawasi, sehingga diperlukan sistem pemantauan lain yang dapat mengatasi hal tersebut.

Di samping pemasangan *transponder* VMS ataupun AIS, diperlukan pemantauan menggunakan citra satelit. Citra satelit yang biasa digunakan adalah citra satelit sistem radar yang dapat memantau siang dan malam, serta dalam kondisi cuaca apapun. Citra satelit sistem optik akan sulit diterapkan karena citra jenis ini sangat terpengaruh terhadap tutupan awan, sehingga objek kapal menjadi tidak terdeteksi akibat tertutup awan.

VMS (VESSEL MONITORING SYSTEM)

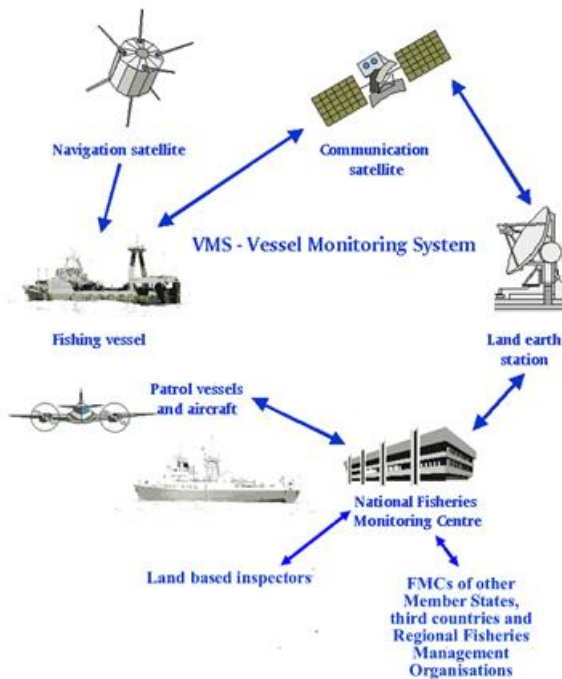
Sistem pemantauan kapal (VMS) adalah sistem pemantauan berbasis satelit yang secara berkala menyediakan data mengenai lokasi, jalur, dan kecepatan kapal. Pesan ini dikirim setiap dua atau satu jam. Selain

Indonesia yang mewajibkan pemasangan VMS pada kapal perikanan, beberapa negara yang telah terlebih dahulu melaksanakan peraturan ini adalah negara-negara di Uni Eropa. Di Uni Eropa, kapal perikanan dengan ukuran panjang lebih dari 15 meter diwajibkan memasang VMS (European Comission, 2008).

VMS adalah sistem komunikasi berbasis satelit yang beroperasi secara tertutup, protokol sistem komunikasi berpemilik (IMMARSAT-C), dengan sistem satu arah (kapal-ke-pantai) baik dalam mode yang dijadwalkan atau manual. VMS memiliki keunggulan pada antena penerima berbasis satelit dengan jangkauan yang luas. Sementara AIS tradisional bergantung pada jangkauan radio VHF (20-40 nm), mengandalkan transmisi dari kapal ke kapal atau pantai ke kapal. Upaya sedang dilakukan secara internasional, untuk mengadopsi sistem pelacakan jarak jauh AIS (United Stated Navigation Center, 2016). Saat ini telah dikembangkan AIS berbasis satelit (*Satellite-AIS*) dengan jangkauan yang lebih luas, seperti yang telah dikembangkan oleh ESA (*European Space Agency*).

Kapal penangkap ikan membawa *transponder* yang terhubung dengan penerima *Global Positioning System* (GPS) sebagai penentu posisi kapal. Pengoperasiannya sepenuhnya otomatis. *Transponder* dapat mengirimkan

pesan singkat yang berisi identifikasi kapal, waktu, posisi geografis, jalur, dan kecepatan. Pesan seperti ini dapat dikirim setiap satu jam. Pesan dikirim melalui satelit komunikasi, biasanya melalui satelit INMARSAT-C, terkadang EUTELSAT atau ARGOS yang diteruskan kepada stasiun penerima. Gambar VII.1 menunjukkan beberapa komponen VMS.



Gambar VII.1

Komponen sistem pemantauan kapal (VMS)

(Sumber: European Commission, 2019)

Sistem Pemantauan, Kontrol, dan Pengawasan Kapal Perikanan

AIS (AUTOMATIC IDENTIFICATION SYSTEM)

AIS adalah sistem komunikasi keselamatan navigasi maritim yang distandardisasi oleh *International Telecommunication Union* (ITU) dan diadopsi oleh *International Maritime Organisation* (IMO). AIS menyediakan informasi kapal, termasuk identitas kapal, jenis, posisi, jalur, kursus, kecepatan, status navigasi, dan informasi keselamatan lainnya. Setiap sistem AIS terdiri dari satu pemancar VHF, dua penerima VHF TDMA, satu penerima VHF DSC, dan tautan komunikasi elektronik kelautan standar yang dikirim ke layar kapal dan sistem sensor (Skema AIS). Informasi posisi dan waktu biasanya berasal dari alat penerima *global navigation satellite system* (GNSS), misalnya GPS baik yang terintegrasi maupun yang terpisah dari sistem. Kapal yang dilengkapi AIS dapat memberikan informasi seperti kecepatan, jalur dan arah tujuan kapal (United States Navigation Center, 2016).

AIS dan VMS adalah protokol komunikasi. AIS berbasis sistem radio VHF digital dengan sistem protokol komunikasi non-kepemilikan, bersifat terbuka, terstandar, yang diadopsi secara internasional yang memungkinkan pertukaran informasi dua arah antara kapal dan kapal ke pantai; secara terus menerus, bersifat otonom, dan

tergantung pada informasi yang dikirim, mendekati waktu nyata (2 detik - 6 menit) (United States Navigation Center, 2016).

VMS dan AIS memiliki sistem pelaporan dan komunikasi yang berbeda, sehingga tidak dapat dioperasikan dalam satu sistem yang sama. Namun, kombinasi dari sistem ini dapat digunakan untuk tujuan pemeriksaan silang, di mana jika ada celah tidak terpenuhi oleh satu sistem dapat ditutup oleh sistem yang lain. Misalnya, data AIS dapat melengkapi data VMS, data AIS yang bersifat terbuka bisa melengkapi data VMS yang rahasia. Atau, data VMS dapat digunakan untuk mengisi kekurangan AIS. Kesenjangan dalam data AIS dapat disebabkan oleh cakupan satelit yang rendah. Saat digunakan bersama, data AIS dan VMS menawarkan salah satu data set paling akurat dan komprehensif untuk memantau aktivitas penangkapan ikan (Malarky dan Lowell, 2018).

CITRA SATELIT RADAR

Penginderaan jauh radar merupakan sistem gelombang mikro aktif. Berbeda dengan sistem pasif yang hanya mengandalkan radiasi secara alami, instrumen sistem aktif memiliki sumber energi sendiri yang

dipancarkan ke muka bumi. Energi yang dipantulkan kembali dari objek di permukaan bumi kemudian ditangkap oleh antenna radar. Spektrum gelombang mikro yang digunakan biasanya antara 300 MHz hingga 30 GHz (Robinson, 2004).

Citra *Synthetic Aperture Radars* (SAR) merupakan salah satu teknik penginderaan jauh radar yang sering digunakan untuk aplikasi kelautan, seperti pengukuran arah dan kecepatan angin di permukaan laut, pemantauan gelombang permukaan ataupun internal, pengukuran batimetri laut dangkal, deteksi tumpahan minyak, dan deteksi kapal (Robinson, 2004).

Dalam sistem pengawasan dan pemantauan kapal citra SAR berperan dalam mendeteksi semua kapal-kapal yang beroperasi pada wilayah yang dimonitor. Kapal-kapal yang lebih besar dari resolusi spasial citra SAR akan terdeteksi atau tergambar dalam citra. Integrasi data SAR dengan data VMS dan AIS akan memudahkan identifikasi kapal yang terekam oleh data Citra SAR. Data VMS dan AIS memiliki data posisi geografis, jika digabungkan dengan data kapal yang terdeteksi melalui citra SAR maka akan diketahui kapal yang tidak memasang VMS. Kapal tersebut dapat diduga sebagai kapal penangkap ikan ilegal.

Selain kapal ilegal dapat diawasi, jenis pelanggaran lain seperti tumpahan minyak di laut juga dapat dideteksi melalui data citra SAR. Kapal yang melakukan kegiatan membuang sampah minyak dapat ditelusuri dengan integrasi data SAR dengan data VMS dan AIS.

Syarat yang harus dipenuhi untuk melaksanakan hal tersebut adalah harus memiliki data citra SAR yang *real time* atau *near real time*. Kementerian Kelautan dan Perikanan telah membangun stasiun bumi penerima data citra Radarsat (data citra radar lainnya) di Balai Riset dan Observasi Laut - Bali melalui proyek *Infrastructure Development of Space Oceanography* (INDESO). Integrasi antara data SAR dengan data VMS secara operasional telah dilaksanakan, namun belum termasuk data AIS yang saat ini dikelola oleh Kementerian Perhubungan.

PENUTUP

Pengawasan kapal perikanan yang dikelola oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan dengan sistem VMS dan pengawasan kapal non perikanan yang dikelola Kementerian Perhubungan dengan sistem AIS mengadopsi sistem internasional untuk keselamatan pelayaran.

Data VMS bersifat tertutup, sehingga lebih sesuai untuk pengawasan kapal perikanan. Kapal penangkap ikan

Sistem Pemantauan, Kontrol, dan Pengawasan Kapal Perikanan

biasanya tidak ingin area atau lokasi penangkapan ikan (*fishing ground*) diketahui oleh perusahaan lain. Sementara sistem AIS memungkinkan kapal mengetahui posisi kapal lainnya, sehingga disebut sebagai data terbuka.

Sistem VMS dan AIS memiliki sistem pelaporan dan komunikasi yang berbeda, sehingga sulit diintegrasikan dalam satu sistem yang sama. Namun, kombinasi data VMS dan AIS akan memberikan informasi yang lengkap di mana keduanya akan saling melengkapi satu sama lain. Kekosongan data yang disediakan oleh VMS dan AIS dapat diperoleh melalui penggunaan citra radar secara *real time*. Pemerolehan data citra radar yang *real time* hanya dimungkinkan dengan pembangunan stasiun bumi penerima data satelit, seperti yang telah dibangun di Balai Riset Observasi Laut - Bali. Saat ini penggunaan data VMS dan data AIS secara bersama belum dilaksanakan. Hal ini perlu dilakukan agar pendugaan kapal penangkap ikan ilegal dan deteksi tumpahan minyak oleh aktivitas kapal, serta pelanggaran lainnya lebih mudah diidentifikasi.

DAFTAR PUSTAKA

European Commission. (2008). Integrated Maritime Policy for The EU, Working Document III on Maritime

- Surveillance Systems. Diakses 8 Mei 2019, dari https://ec.europa.eu/maritimeaffairs/sites/maritimeaffairs/files/docs/body/maritime-surveillance_en.pdf
- European Commission. (2019). Vessel Monitoring System (VMS). Diakses 8 Mei 2019, dari https://ec.europa.eu/fisheries/cfp/control/technologies/vms_en
- Republik Indonesia. (2015). Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 42/PERMEN-KP/2015 tentang Sistem Pemantauan Kapal Perikanan. Jakarta.
- Republik Indonesia. (2017). Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 1/PERMEN-KP/2017 tentang Surat Laik Operasi Kapal Perikanan. Jakarta.
- Republik Indonesia. (2019). Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 7 Tahun 2019 tentang Pemasangan dan Pengaktifan Sistem Identifikasi Otomatis bagi Kapal yang Berlayar di Wilayah Perairan Indonesia. Jakarta.
- Malarky, L. dan Lowell, B. (2018). Avoiding Detection: Global Case Studies of Possible AIS Avoidance. Diakses 8 Mei 2019, dari https://usa.oceana.org/sites/default/files/ais_onoff_report_final_5.pdf

Robinson, I.S. (2004). Measuring the Ocean from Space: The Principle and Methods of Satellite Oceanography. Chichester, UK: Praxis Publishing Ltd.

United Stated Navigation Center. (2016). Automatic Identification System. Diakses 16 Mei 2019, dari <https://www.navcen.uscg.gov/?pageName=AISmain>

PERANCANGAN PERANGKAT KERAS UNIT SENSOR SUHU NIRKABEL UNTUK PERANGKAT OBSERVER PERIKANAN ELEKTRONIK BERBASIS TELEPON PINTAR

Hadhi Nugroho¹⁾ dan Agus Sufyan²⁾

¹⁾Pusat Riset Perikanan, BRSDM - KKP

Jl. Pasir Putih II, Ancol Timur, Jakarta

²⁾Pusat Riset Kelautan, BRSDM - KKP

Jl. Pasir Putih II, Ancol Timur, Jakarta

E-mail: hadhi.nugroho@kkp.go.id

GAMBARAN UMUM

Kementerian Kelautan dan Perikanan telah melakukan perancangan dan pengembangan alat untuk mencatat data penangkapan ikan secara elektronik pada 2011-2014. Alat tersebut adalah elektronik *log book* penangkapan ikan. Pengembangan peranti elektronik *log book* yang sudah dilakukan adalah peranti berbasis *keypad* dan LCD (Marzuki dan Nugroho, 2013), berbasis layar sentuh dan ARM (Nugroho dan Sufyan, 2014), dan terakhir berbasis android (Nugroho, 2015).

Peranti elektronik *log book* tersebut juga dilengkapi

dengan fitur sensor oseanografi berupa sensor suhu yang dapat dipasang jika akan digunakan untuk mengukur suhu permukaan laut (Nugroho dan Sufyan, 2014). Pada peranti elektronik *log book* yang berbasis *keypad* dan LCD serta berbasis layar sentuh (ARM), sensor suhu harus terhubung dengan peranti elektronik *log book*. Kelemahannya adalah ketika dilakukan pengambilan data suhu permukaan air, maka peranti juga harus dibawa. Hal ini tidak praktis, serta rawan rusak/jatuh ke dalam air.

Untuk itu, pada pengembangan alat untuk mencatat data penangkapan ikan berbasis telepon pintar, dilakukan perancangan perangkat unit sensor suhu dengan komunikasi data secara nirkabel. Kelebihannya adalah posisi perangkat telepon pintar dapat selalu dalam posisi *mobile* saat dilakukan pengukuran data suhu permukaan air. Perangkat telepon pintar ini dapat diinstal aplikasi pencatatan data penangkapan ikan (aplikasi e-observer), yang dapat digunakan oleh observer perikanan di atas kapal penangkap ikan. Observer perikanan adalah petugas Kementerian Kelautan dan Perikanan yang mempunyai pengetahuan dan keahlian sebagai pemantau kapal penangkap ikan dan kapal pengangkut ikan (Republik Indonesia, 2013).

Perangkat lunak / aplikasi telepon pintar untuk

membaca suhu ruangan sudah banyak tersedia. Aplikasi tersebut pada umumnya menggunakan suhu tablet atau telepon pintar sebagai acuan untuk menampilkan suhu udara yang diserap dari ruangan saat aplikasi tersebut digunakan. Namun, untuk dapat mengukur suhu permukaan air dan menampilkan data suhu permukaan air tersebut ke dalam telepon pintar, diperlukan suatu perangkat keras. Untuk itu, dilakukan inovasi berupa pembuatan suatu peranti yang dapat membaca dan mengolah data suhu permukaan air, kemudian mengirimkan data suhu permukaan air tersebut ke perangkat telepon pintar sehingga dapat ditampilkan pada perangkat lunak aplikasi di telepon pintar tersebut.

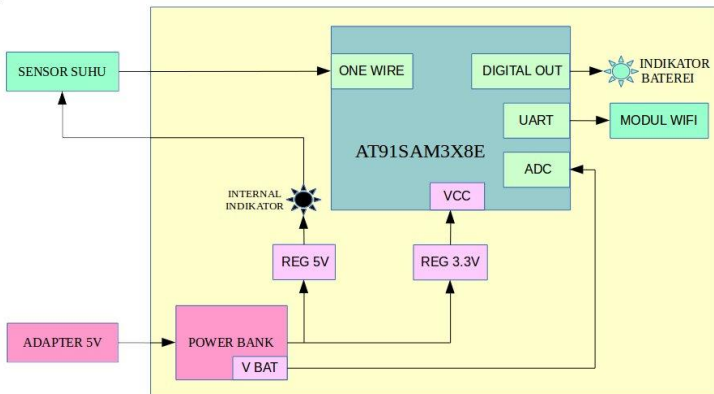
Telepon pintar yang digunakan menggunakan sistem informasi android. Ada dua metode komunikasi data yang dapat digunakan antara perangkat keras unit sensor suhu dengan perangkat telepon pintar berbasis android. Kedua metode tersebut yaitu menggunakan kabel data *on the go* (OTG) dan menggunakan *wifi* (secara nirkabel). Karena alat akan digunakan di atas kapal penangkap ikan pada saat operasional penangkapan ikan, maka pada pembuatan perangkat unit sensor suhu ini, digunakan komunikasi data secara nirkabel melalui *wifi*. Dibandingkan dengan komunikasi data menggunakan kabel data OTG,

maka dengan komunikasi data secara nirkabel, posisi perangkat telepon pintar dapat selalu dalam posisi *mobile* saat melakukan pengukuran data suhu permukaan laut.

PERANCANGAN PERANGKAT KERAS

Desain Sistem dan Prinsip Kerja

Diagram blok rangkaian perangkat keras unit sensor suhu nirkabel dapat dilihat pada Gambar VIII.1.



Gambar VIII.1

Diagram blok rangkaian perangkat keras unit sensor suhu nirkabel

(Sumber: Dokumen Pribadi)

Berdasarkan diagram blok rangkaian perangkat keras unit sensor suhu nirkabel pada Gambar VIII.1, Aplikasi Teknologi Pengelolaan Perikanan Tangkap

prinsip kerja perangkat keras tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut. Ada dua proses utama yang digunakan dalam blok rangkaian perangkat keras ini, yaitu proses pengisian dan pendistribusian daya listrik serta proses pembacaan dan pengiriman data sensor suhu. Kedua proses tersebut akan dijelaskan sebagai berikut.

Pada proses pengisian dan pendistribusian daya listrik, adaptor 5 V digunakan untuk mengubah tegangan bolak-balik (*alternating current* / AC) menjadi tegangan searah (*direct current* / DC). Sumber listrik umumnya merupakan sumber listrik bolak-balik (AC), sementara perangkat elektronika umumnya bekerja pada tegangan listrik searah (DC). Untuk itu tegangan listrik dari sumber listrik AC perlu disearahkan dengan adaptor menjadi tegangan listrik DC. Tegangan searah DC ini kemudian masuk ke dalam baterai melalui antarmuka untuk kabel pengisian daya listrik. Baterai yang digunakan pada perangkat keras unit sensor suhu menggunakan pengisi baterai portabel (*power bank*). Pertimbangan penggunaan pengisi baterai portabel adalah agar perangkat unit sensor suhu dapat digunakan tanpa harus selalu terhubung ke sumber tegangan listrik. Pengisi baterai portabel memiliki daya tampung daya listrik, sehingga ketika daya tersebut habis terpakai, daya listrik harus diisi kembali dengan

menghubungkan kabel dengan sumber tegangan listrik. Daya listrik dari baterai didistribusikan untuk suplai daya listrik ke sensor suhu dan IC AT91SAM3X8E. Suplai daya listrik ke sensor suhu melalui regulator tegangan 5 V, sedangkan untuk IC AT91SAM3X8E melalui regulator tegangan 3,3 V. Fungsi regulator tegangan adalah menyediakan suatu tegangan keluaran searah (DC) tetap / stabil yang tidak dipengaruhi oleh perubahan tegangan masukan bolak-balik (AC). Output tegangan DC dari penyearah tanpa regulator mempunyai kecenderungan berubah harganya saat dioperasikan karena adanya perubahan pada masukan AC dan variasi beban. Ketidakstabilan ini pada sebagian besar peralatan elektronika akan berakibat cukup serius. Indikator internal berfungsi untuk membatasi kuat arus listrik sensor suhu jika terjadi korsleting pada kabel sensor suhu. Kuat arus listrik maksimal yang diizinkan jika terjadi korsleting pada kabel sensor suhu adalah sebesar 10 mA. Pada indikator internal ini dipasang *light emitting diode* (LED) atau dioda pemancar cahaya yang dapat berfungsi sebagai tanda terdapat komunikasi data dengan sensor suhu. LED akan menyala jika terdapat permintaan dan pengiriman data dari sensor suhu. Proses pembacaan data persentase tegangan baterai adalah sebagai berikut. Baterai

dihubungkan dengan IC AT91SAM3X8E melalui pin ADC (*analog to digital converter*). Melalui pin ADC ini, data tegangan baterai yang masih bersifat analog dikonversi menjadi digital menggunakan ADC. Keluaran dari ADC tersebut sudah berbentuk digital, kemudian terhubung ke lampu indikator baterai melalui pin *digital out*. Jika tegangan baterai > 70%, maka lampu indikator akan menyala berwarna hijau. Jika tegangan baterai 35-70%, maka lampu indikator akan menyala berwarna oranye. Jika tegangan baterai < 35%, maka lampu indikator akan menyala berwarna merah.

Proses pembacaan dan pengiriman data sensor suhu dapat dijelaskan sebagai berikut. Data suhu dari sensor suhu dikirimkan ke IC AT91SAM3XBE melalui antarmuka kabel sensor suhu. Komunikasi data pada sensor suhu DS 1820 menggunakan metode komunikasi *1-Wire* (Dallas Semiconductor, 2013). *1-Wire* merupakan protokol komunikasi serial menggunakan satu jalur data dan satu *ground*. Sebuah *1-Wire Master* (sebuah mikrokontroler) menginisiasi dan mengontrol komunikasi dengan satu atau lebih peralatan *1-Wire Slave* (biasanya berupa sensor). Data dari sensor suhu ini masuk ke dalam IC AT91SAM3XBE melalui pin *1-Wire*. Data suhu ini kemudian dikirimkan ke modul *wifi* melalui pin UART. Dari

modul *wifi*, data suhu ini kemudian dikirim ke perangkat telepon pintar secara nirkabel menggunakan jaringan *wifi*.

Perangkat keras unit sensor suhu nirkabel dapat berfungsi sebagai titik akses (*access point*) sekaligus *web server* pengukuran suhu air. Fungsi titik akses dijalankan oleh modul *wifi* (esp8266). Setiap perangkat yang terhubung ke modul *wifi* dapat mengirimkan kode permintaan data pengukuran suhu. Kode permintaan yang diterima akan diteruskan oleh modul *wifi* ke mikrokontroler. Jika kode permintaan tersebut valid, maka mikrokontroler akan melakukan pengecekan apakah sensor suhu (DS18B20) telah dipasang atau belum. Jika sensor suhu telah dipasang (memberikan respons), maka mikrokontroler memerintahkan sensor suhu untuk mengirimkan nilai besaran suhu yang terukur saat itu. Selanjutnya mikrokontroler akan menyusun informasi status sensor (dipasang atau tidak), nilai suhu yang terukur, persentasi dan nilai tegangan baterai pada *power bank* saat itu ke bentuk *data string* dan mengirimkannya ke perangkat peminta data melalui modul *wifi* sebagai bentuk respons atas permintaan data pengukuran suhu. Data tambahan berupa persentasi dan nilai tegangan baterai pada *power bank* dapat dimanfaatkan sebagai penunjuk sisa waktu aktif unit sensor pada aplikasi di telepon pintar.

PERANGKAT KERAS UNIT SENSOR SUHU AIR NIRKABEL

Dari perancangan dan perakitan, dihasilkan perangkat keras unit sensor suhu air nirkabel seperti Gambar VIII.2.



Gambar VIII.2

Perangkat keras unit sensor suhu nirkabel
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Alat ini berukuran panjang 12,5 cm, lebar 8,5 cm, dan tebal 5 cm. Ukurannya yang portabel menjadikan alat ini mudah untuk ditempatkan di atas kapal. Pengisian daya listrik tidak harus menggunakan / memerlukan sumber

listrik AC, tetapi dapat juga menggunakan pengisi baterai portabel (*power bank*).



Gambar VIII.3

Antarmuka unit sensor suhu nirkabel
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Perangkat unit sensor suhu permukaan air terdiri dari dua antarmuka (*interface*), yaitu antarmuka untuk sensor suhu dan antarmuka untuk kabel pengisian daya listrik. Perbedaan dari perangkat keras elektronik *log book* yang dihasilkan tahun 2013 (Nugroho dan Sufyan, 2014) adalah pada unit sensor suhu ini, komunikasi data antara unit sensor suhu dengan perangkat telepon pintar adalah secara nirkabel melalui *wifi*. Sehingga, perangkat telepon pintar dapat selalu dalam posisi *mobile* saat melakukan pengukuran data suhu permukaan laut di atas kapal.

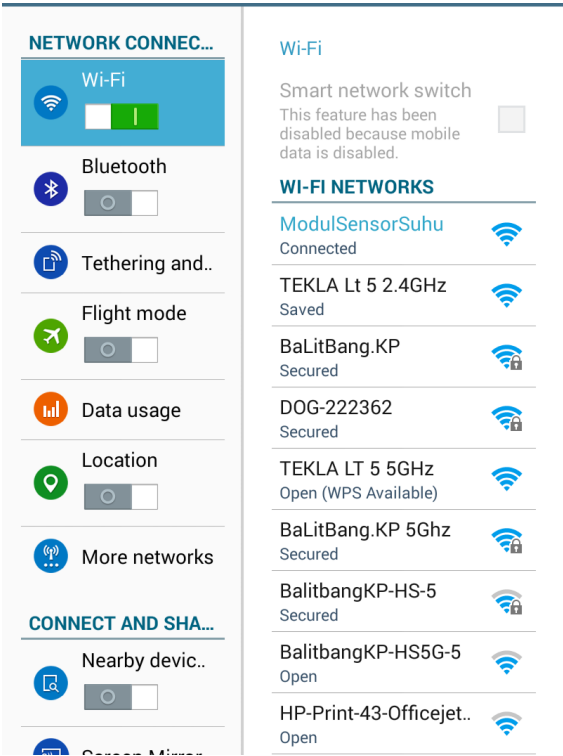
PENGUJIAN PERANGKAT KERAS

Pengujian dilakukan untuk memastikan keberhasilan dalam perancangan perangkat keras. Pengujian tersebut terdiri dari pengujian cek kehadiran alat sebagai titik akses (*access point*) pada jaringan nirkabel, pengujian permintaan (*request*) data, pengujian hasil pengukuran suhu air, dan pengujian daya tahan baterai.

Pengujian perangkat keras dilakukan dengan menyalakan alat melalui saklar ON/OFF yang terletak di bagian kanan atas kotak. LED sebagai indikator *power* akan menyala berwarna hijau bila proses *power* ON berhasil. Selanjutnya alat akan melakukan proses inisialisasi untuk pengaktifan titik akses selama sekitar 20 detik.

Jika pada perangkat elektronik *log book* yang dihasilkan pada 2013 (Nugroho dan Sufyan, 2014) tidak terdapat indikator status tegangan baterai, maka pada unit sensor suhu ini digunakan LED sebagai indikator status tegangan baterai. Kombinasi warna yang dihasilkan LED tersebut (hijau, oranye, dan merah) digunakan sebagai indikator status tegangan baterai pada perangkat unit sensor suhu, yaitu: nyala hijau (tegangan baterai > 70%), nyala oranye (tegangan baterai 35 - 70%), dan nyala merah (tegangan baterai < 35%).

Pengujian cek kehadiran alat sebagai titik akses pada jaringan nirkabel dilakukan setelah proses inisialisasi alat selesai, di mana akan muncul titik akses dengan nama “ModulSensorSuhu” pada jaringan *wifi*.



Gambar VIII.4

Tampilan titik akses dengan nama “ModulSensorSuhu” dalam jaringan *wifi* dilihat dari layar perangkat telepon pintar
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Jika pada perangkat telepon pintar muncul titik akses dengan nama “Modul Sensor Suhu” dan statusnya sudah terhubung (*connected*), maka unit sensor suhu sudah dapat berkomunikasi data secara nirkabel dengan perangkat telepon pintar.

Pengujian permintaan (*request*) data dilakukan dengan menggunakan *web browser* pada komputer (PC) atau telepon pintar. Alat yang dibuat menggunakan alamat IP statis 192.168.4.1. Perintah *request* data yang dikirimkan ke alat adalah dengan mengetik “http://192.168.4.1/req_data_sensor” ke dalam *web browser*. Setelah perintah tersebut diketik, maka alat akan merespons dengan memberikan jawaban pada *web browser*, dengan format data sebagai berikut:

“:ID_alat,data_suhu,tegangan_baterai,kode_proses”

Keterangan:

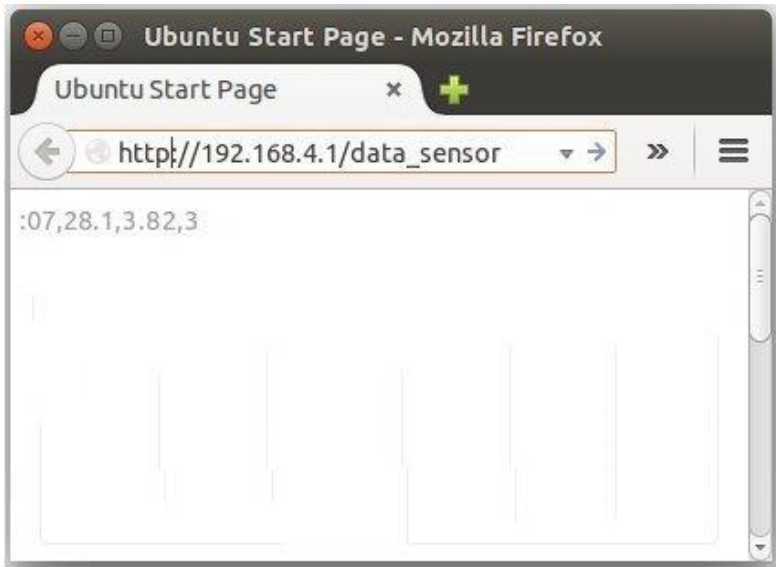
ID_alat = 01 s/d 07

kode_proses = 1 (sensor tidak dipasang)

= 2 (terjadi error pada sensor)

= 3 (proses valid (sensor dipasang))

Contoh pengiriman request permintaan data secara manual via *web browser* diperlihatkan pada Gambar VIII.5, ID alat yang merespons adalah 07, nilai suhu yang terbaca 28,1 °C, tegangan baterai saat itu adalah 3,82 volt.



Gambar VIII.5

Contoh permintaan data melalui *web browser* dan respons data dari alat

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

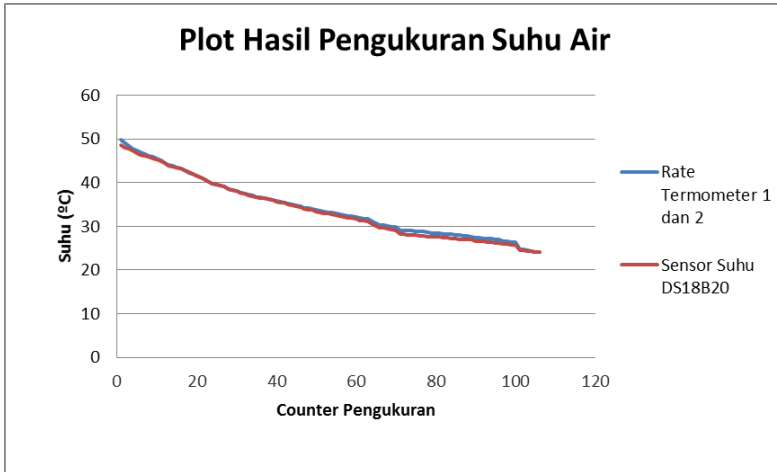
Selain dengan menggunakan indikator LED, status tegangan baterai unit sensor suhu dapat diketahui dari paket data yang dikirimkan pada *web browser*.

Pemasangan sensor suhu dapat dilakukan sebelum atau sesudah proses power ON. Pengujian pengukuran suhu air dilakukan dengan cara memasukkan sensor suhu air ke dalam wadah yang telah diisi dengan air hangat dan memasukkan 2 buah termometer digital sebagai pembanding ke dalam wadah yang sama, kemudian dilakukan pembacaan suhu dari masing-masing alat ukur secara bersamaan atau dalam waktu yang berdekatan. Data hasil pengukuran dari kedua termometer digital tersebut kemudian dicari nilai terbaiknya. Nilai terbaik dari pengukuran adalah nilai rata-rata dari suhu terukur tersebut (Dahlan, *et al*, 2001). Data hasil pengukuran suhu air dari sensor suhu DS18B20 dibaca pada aplikasi e-observer yang sudah diinstal di perangkat telepon pintar (Gambar VIII.6). Hasil pembacaan suhu air oleh sensor suhu dan termometer digital dapat dilihat pada Gambar VIII.7.



Gambar VIII.6

Tampilan aplikasi e-observer di telepon pintar untuk membaca data suhu permukaan air
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)



Gambar VIII.7

Grafik perbandingan hasil pengukuran suhu air oleh termometer digital dan sensor suhu DS18B20
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Gambar VIII.7 memperlihatkan grafik plot hasil pembacaan suhu air oleh sensor suhu DS18B20 (garis merah) dan termometer digital (garis biru) sebagai pembandingan. Dari grafik tersebut, terlihat bahwa nilai pembacaan suhu air oleh sensor suhu DS18B20 hampir sama dengan termometer digital. Dengan demikian, perangkat keras unit sensor suhu nirkabel telah berhasil dirancang dan diprogram dengan baik untuk dapat membaca data suhu air.

Untuk pengujian daya tahan baterai, dilakukan dengan mengisi baterai alat sampai penuh. Setelah baterai penuh, kabel *power* dicabut, kemudian alat didiamkan. Hasil pengujian ini kemudian dibandingkan dengan hasil perhitungan daya tahan baterai secara teori, sehingga dapat diketahui efisiensi dari baterai yang digunakan.

Untuk menghitung daya tahan baterai secara teori, diperlukan data berupa tegangan masukan baterai, kuat arus baterai, tegangan keluaran baterai, serta kuat arus komponen-komponen dalam perangkat unit sensor suhu. Data tersebut adalah sebagai berikut:

- Tegangan masukan baterai lithium (V_{input}) = 3,8 V
- Kuat arus baterai (I_{input}) = 3000 mAh
- Tegangan keluaran baterai (V_{output}) = 5 V
- Kuat arus *board arduino due* (I_1) = 120 mA
- Kuat arus modul *wifi* (I_2) = 90 mA
- Kuat arus sensor suhu (I_3) = 10 mA
- Kuat arus indikator LED (I_4) = 10 mA

Rumus yang digunakan adalah:

$$P = V \times I$$

$$\text{Daya tahan baterai} = P_{\text{input}}/P_{\text{output}}$$

Perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 P_{\text{input}} &= V_{\text{input}} \times I_{\text{input}} \\
 &= 3,8 \text{ V} \times 3000 \text{ mAh} \\
 &= 11,4 \text{ VAh}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{output}} &= V_{\text{output}} \times (I_1 + I_2 + I_3 + I_4) \\
 &= 5 \text{ V} \times (120 \text{ mA} + 90 \text{ mA} + 10 \text{ mA} + 10 \text{ mA}) \\
 &= 5 \text{ V} \times 230 \text{ mA} \\
 &= 1,15 \text{ VA}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Daya tahan baterai} &= P_{\text{input}} / P_{\text{output}} \\
 &= 11,4 \text{ VAh} / 1,15 \text{ VA} \\
 &= 9,913 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut, secara teori daya tahan baterai yang digunakan oleh perangkat unit sensor suhu adalah selama 9,913 jam. Sementara dari pengujian, diperoleh hasil bahwa daya tahan baterai adalah sebesar 7 jam 10 menit (7,167 jam). Perbedaan tersebut disebabkan dalam proses menaikkan tegangan dari 3,8 V menjadi 5 V, terjadi rugi-rugi / daya yang hilang, misal akibat berubah menjadi panas. Dengan demikian, efisiensi baterai yang digunakan adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{Efisiensi} &= \text{Daya tahan baterai secara praktik} / \text{daya} \\
 &\quad \text{tahan baterai secara teori} \\
 &= 7,167 \text{ jam} / 9,913 \text{ jam} \\
 &= 0,7229 \\
 &= 72,29\%
 \end{aligned}$$

Dari pengujian yang sudah dilakukan tersebut, telah berhasil dilakukan perancangan perangkat unit sensor suhu permukaan air yang diakses secara nirkabel dari perangkat telepon pintar berbasis android. Perangkat keras ini dapat memberikan fasilitas tambahan berupa sensor suhu permukaan air laut kepada observer perikanan selama menggunakan aplikasi e-observer di telepon pintar.

PENUTUP

1. Telah dihasilkan perangkat keras unit sensor suhu permukaan air yang dapat diakses secara nirkabel melalui perangkat telepon pintar, yang merupakan pengembangan perangkat keras elektronik *log book* berbasis layar sentuh dan ARM tahun 2013. Pengembangan tersebut adalah:
 - Unit sensor suhu berbentuk portabel.

- Akses data dari sensor suhu ke telepon pintar secara nirkabel.
 - Status tegangan baterai dapat diketahui dengan menggunakan indikator LED dan paket data yang dikirimkan melalui perintah permintaan (*request*) data.
2. Setelah proses perancangan perangkat keras selesai dilakukan, maka dilakukan pengujian terhadap perangkat keras unit sensor suhu yang telah dirancang. Pengujian tersebut terdiri dari pengujian cek kehadiran alat sebagai titik akses (*access point*) pada jaringan nirkabel, pengujian permintaan (*request*) data, pengujian hasil pengukuran suhu air, dan pengujian daya tahan baterai. Dari pengujian yang sudah dilakukan tersebut, telah berhasil dilakukan perancangan perangkat unit sensor suhu permukaan air yang diakses secara nirkabel dari perangkat telepon pintar berbasis android.

DAFTAR PUSTAKA

Atmel Corporation. (2015). Atmel-11057C-ATARM-SAM3X-SAM3A-Datasheet. Diakses 21 Mei 2019, dari <http://www.atmel.com/Images/Atmel-11057-32->

bit-Cortex-M3-Microcontroller-SAM3X-
SAM3A_Datasheet.pdf.

- Dahlan, M., I. Gunadi, G. Yulianto, dan K. Adi. (2001). Panduan Praktikum Fisika Dasar: Mekanika dan Kalor, Cetakan III. Semarang: Laboratorium Fisika Dasar Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Diponegoro.
- Dallas Semiconductor. (2013). *DS 1820: 1-WireTM Digital Thermometer*. Diakses 20 Februari 2013, dari <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/58548/dallas/ds1820.html>.
- Marzuki, M. I. (2011). Membangun Elektronik Log Book Perikanan untuk Menunjang Pengelolaan Sumber Daya Ikan yang Berkelanjutan. *Bunga Rampai: Application of Sustainable Development Technology in Indonesia*. Jakarta: Pusat Pengkajian dan Perekayasa Teknologi Kelautan dan Perikanan. Pp. 53-59.
- Marzuki, M.I. dan Nugroho, H. (2013). Rancang Bangun Elektronik Log Book Perikanan Berbasis GPRS untuk Mendukung Pengelolaan Perikanan Berkelanjutan. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Terbaik Tahun 2013*. Jakarta: Badan Penelitian dan

Pengembangan Kelautan dan Perikanan. Pp 164-179.

NanJing Top Power ASIC Corporation. (2015). TP4056 1A Standalone Linear Li-Ion Battery Charger with Thermal Regulation in SOP-8. Diakses 9 Juni 2015, dari

<http://dlmh9ip6v2uc.cloudfront.net/datasheets/Prototyping/TP4056.pdf>.

Nugroho, H. dan Sufyan, A. (2014). Pengembangan Perangkat Keras Elektronik *Log Book* Penangkapan Ikan Berbasis Layar Sentuh. *Jurnal Kelautan Nasional* 9 (1), 93-109.

Nugroho, H. (2015). Mencatat Tangkapan Ikan dengan Elektronik Log Book. *TrobosAqua*, 41(IV), 54-55.

Republik Indonesia. (2013). Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan No. 1/PERMEN-KP/2013 tentang Pemantau Kapal Penangkap Ikan dan Kapal Pengangkut Ikan. Jakarta.

EPILOG

Wijopriono dan Budi Nugraha

Pusat Riset Perikanan, BRSDM - KKP

Jl. Pasir Putih II, Ancol Timur, Jakarta

E-mail: wijopriono@yahoo.com

Teknologi permesinan, elektronik, maupun digital telah berkontribusi sangat signifikan pada sub sektor perikanan, baik di bidang penangkapan ikan, pasca panen, maupun dalam upaya-upaya pemantauan, kontrol, dan pengawasan aktivitas penangkapan ikan dalam kerangka pengelolaan sumber daya perikanan. Perkembangan teknologi cahaya buatan dan penerapannya untuk alat bantu penangkapan ikan menjadi salah satu metode operasi penangkapan ikan yang sangat efektif. Namun, perkembangan penggunaan lampu dengan daya atau intensitas yang tidak terkendali telah memunculkan dampak negatif dan masalah baru. Oleh karena itu penting bahwa pengendalian input dan output serta tindakan teknis melalui peraturan penangkapan (ukuran mata jaring, buka-tutup musim, area konservasi, jalur penangkapan, dan pembatasan daya lampu) harus diberlakukan, ditegakkan,

dan dipantau sebagai fungsi manajemen sumber daya ikan.

Teknik pendinginan dan pembekuan ikan mulai telah banyak diterapkan di atas kapal untuk menjaga mutu hasil tangkapan. Teknologi air laut yang direfrigerasi (alref) adalah salah satu teknologi pendinginan dengan cara mendinginkan air laut yang dapat digunakan untuk menyimpan ikan hasil tangkapan nelayan. Teknologi ini sesuai untuk armada perikanan skala kecil yang mendominasi struktur armada perikanan di Indonesia. Keunggulan alref di antaranya adalah dapat menyimpan ikan di atas kapal dalam jangka waktu yang relatif tidak lama melalui pendinginan pada suhu sekitar 0 °C, serta dapat mengurangi risiko kerusakan fisik ikan yang biasanya terjadi pada penggunaan es akibat tekanan dan gesekan permukaan ikan dengan es. Untuk pengawetan ikan segar di daerah 3T yang umumnya kekurangan pasokan tenaga listrik, teknologi mesin pembuat es hibrid diharapkan dapat mengatasi persoalan teknologi pendinginan dalam menjaga mutu ikan. Desain peralatan tersebut dapat dioperasikan dengan menggunakan energi surya sehingga dapat memenuhi kebutuhan es untuk pengawetan ikan segar.

Dalam kerangka pemantauan, kontrol dan pengawasan terhadap praktik-praktik penangkapan ikan, kewajiban pemasangan *vessel monitoring system* (VMS), *automatic identification system* (AIS), pengawasan menggunakan citra satelit radar, dan pengawasan melalui observer di atas kapal penangkap ikan telah diberlakukan. Data VMS dan AIS serta citra radar sebaiknya dikelola secara terintegrasi melalui satu pusat sistem informasi. Hal ini perlu dilakukan agar pendugaan kapal penangkap ikan ilegal dan deteksi tumpahan minyak oleh aktivitas kapal, serta pelanggaran lainnya lebih mudah diidentifikasi. Sementara itu, dalam pengawasan melalui pencatatan data penangkapan ikan berbasis telepon pintar, teknologi perangkat unit sensor suhu dengan komunikasi data secara nirkabel telah dirancang dan layak untuk diaplikasikan. Dibandingkan dengan perangkat yang menggunakan komunikasi data melalui kabel data *on the go* (OTG), perangkat unit sensor suhu nirkabel memiliki keunggulan antara lain adalah posisi perangkat telepon pintar dapat selalu dalam posisi *mobile* saat dilakukan pengukuran data suhu permukaan air di atas kapal perikanan.

GLOSARIUM

- ALREF : Air laut yang direfrigerasi atau didinginkan (bahasa Inggris: *Refrigerated Sea Water / RSW*), yang ditujukan misalnya untuk mendinginkan ikan di dalam palka kapal ikan.
- Alat bantu : Alat yang digunakan untuk penangkapan ikan memudahkan proses penangkapan ikan dengan alat tangkap tertentu.
- Automatic Identification System (AIS)* : Sistem pelacakan otomatis pada kapal yang dapat ditampilkan pada layar monitor *Electronic Chart Display Information System (ECDIS) / System Electronic Navigation Chart (SENC) / Electronic Navigation Chart (ENC)*. Perangkat ini secara otomatis akan mengirimkan pesan AIS ke segala arah melalui sistem komunikasi radio VHF di frekuensi 161,975 MHz dan 162,025 MHz. Pesan AIS berisi informasi tentang identitas kapal, posisi, arah, dan kecepatan kapal yang berfungsi untuk keselamatan

	pelayaran (menghindari tabrakan antar kapal).
<i>Bycatch</i>	: Hasil tangkapan sampingan.
Cahaya buatan	: Cahaya yang sumbernya berasal dari upaya manusia untuk mendapatkan penerangan.
<i>Chilling storage</i>	: Alat penyimpan ikan dengan sistem chilling atau menjaga suhu ikan pada suhu 0 °C.
<i>Data mining</i>	: Serangkaian proses untuk melakukan penggalian informasi penting dari suatu data menggunakan pembelajaran statistik.
<i>Discards</i>	: Hasil tangkapan yang dibuang kembali ke laut.
Evaporator	: Alat untuk menguapkan cairan, misalnya menguapkan pelarut.
Fototaksis	: Gerakan tubuh hewan dalam merespons cahaya, baik mendekat terhadap sumber cahaya (fototaksis positif) atau menjauh dari sumber cahaya (fototaksis negatif).
<i>Fishing effort</i>	: Instrumen untuk mengetahui tingkat kelimpahan ikan.
Intensitas cahaya	: Besaran pokok fisika untuk mengukur daya yang dipancarkan oleh suatu sumber cahaya pada arah tertentu per

satuan sudut. Satuan internasional dari intensitas cahaya adalah Candela (Cd).

- Inverter : Sebuah alat yang mengubah arus listrik searah menjadi arus listrik bolak-balik.
- Kompresor : Pompa untuk menekan udara ke dalam satu ruang sehingga tekanan udara menjadi tinggi.
- Labuh : Posisi kapal yang melego jangkar di sekitar wilayah pelabuhan sebelum bersandar di dermaga.
- Log book* penangkapan ikan : Laporan harian tertulis nakhoda mengenai kegiatan perikanan dan operasional harian kapal penangkap ikan.
- Machine learning* : Metode untuk membuat suatu program menggunakan suatu algoritma yang mampu belajar dari suatu data tanpa harus melakukan pemrograman secara eksplisit.
- Mikrokontroler : Sebuah *chip* yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronika dan umunya dapat menyimpan program di dalamnya.
- Nirkabel : Tanpa menggunakan kabel.
- Observer perikanan : Petugas Kementerian Kelautan dan

Perikanan yang mempunyai pengetahuan dan keahlian sebagai pemantau kapal penangkap ikan dan kapal pengangkut ikan, serta melakukan pencatatan data penangkapan ikan di atas kapal penangkap ikan dan kapal pengangkut ikan.

- Otomatisasi : Proses aktivitas manual menjadi aktivitas yang digerakkan melalui alat bantu menggunakan kontrol, biasanya dilakukan pada aktivitas-aktivitas yang berulang-ulang.
- Palka : Lubang pada ruang kapal yang berfungsi sebagai tempat menyimpan barang-barang.
- Perangkat keras : Segala peranti atau komponen dari sebuah komputer / telepon genggam yang sifatnya bisa dilihat secara kasat mata dan bisa diraba secara langsung, atau dengan kata lain merupakan komponen yang memiliki bentuk nyata.
- Perangkat lunak : Suatu bagian dari sistem komputer yang tidak memiliki wujud fisik dan tidak terlihat karena merupakan sekumpulan data elektronik yang disimpan dan diatur oleh komputer

	berupa program yang dapat menjalankan suatu perintah.
Perikanan tangkap	: Kegiatan ekonomi dalam bidang penangkapan/pengumpulan binatang dan tanaman air, baik di laut maupun di perairan umum secara bebas.
Photokinesis	: Gerakan atau kurang gerakan suatu organisme sebagai respons terhadap sumber cahaya.
Potensi <i>fishing zone</i>	: Lokasi penangkapan ikan yang memiliki potensi hasil tangkapan yang besar.
Radar	: <i>Radio Detection and Ranging</i> , alat (yang memakai gelombang radio) untuk mendeteksi jarak, kecepatan, dan arah benda yang bergerak atau benda yang diam seperti pesawat terbang, berbagai kendaraan bermotor, dan informasi cuaca (biasanya dipakai dalam penerbangan dan pelayaran).
<i>Receiver</i>	: Sebuah perangkat otomatis yang berfungsi untuk menerima sinyal.
Refrigeran	: Suatu zat atau campuran, biasanya berupa cairan, yang digunakan dalam suatu pompa kalor dan siklus pendinginan. Pada sebagian besar

siklus, ia mengalami perubahan wujud dari cairan menjadi gas dan kembali lagi.

- Satelit : Benda buatan yang ditempatkan di orbit di sekitar bumi atau bulan atau planet lain untuk mengumpulkan informasi atau untuk komunikasi.
- Sel fotovoltaik : Suatu alat yang mengubah sinar atau radiasi matahari menjadi energi listrik melalui suatu reaksi kimia.
- Sensor cahaya : Alat yang berfungsi untuk mendeteksi besaran cahaya dan mengubah besaran cahaya menjadi besaran listrik dengan mengubah lectr dari foton menjadi lectron.
- Sensor suhu : Perangkat yang berfungsi mendeteksi suatu besaran panas dan mengubah besaran panas tersebut menjadi besaran listrik, sehingga keluarannya dapat dibaca dan diolah dalam sistem digital.
- Tambat : Posisi kapal merapat ke dermaga, di mana tali *cross* kapal terikat ke bibir dermaga.
- Telepon pintar : Telepon genggam yang mempunyai kemampuan dengan penggunaan dan fungsi yang menyerupai komputer atau

telepon genggam yang memiliki sistem operasi untuk masyarakat luas di mana pengguna dapat dengan bebas menambahkan aplikasi, menambah fungsi-fungsi, atau mengubah sesuai keinginan pengguna.

- Transmitter* : Perangkat otomatis yang berfungsi mengirimkan sinyal.
- Transponder* : Perangkat yang dapat menerima dan memancarkan sinyal radio atau radar.
- Vessel Monitoring System (VMS)* : Sistem pengawasan kapal perikanan berbasis satelit untuk mengetahui pergerakan dan aktivitas kapal perikanan.
- Wifi* : *Wireless fidelity*, sebuah teknologi yang memanfaatkan peralatan elektronik untuk bertukar data secara nirkabel menggunakan gelombang radio melalui sebuah jaringan komputer.

INDEKS SUBJEK

A

ALREF 39, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 52, 53, 54, 55, 168
Alat bantu penangkapan ikan 11, 21, 25, 26, 167
Automatic Identification System (AIS) 7, 132, 133, 134, 136,
137, 138, 139, 140, 169

B

Bycatch 12, 13, 26

C

Cahaya buatan .. 4, 11, 12, 13, 17, 18, 20, 21, 22, 25, 26, 27, 167
Chilling storage 44

D

Data mining 7, 105, 111, 112, 125
Discards 13, 26

E

Evaporator 45, 46, 47, 48, 49, 55, 62, 63, 67

F

Fototaksis 17, 19
Fishing effort 117, 119, 124, 125

I

Intensitas cahaya15, 16, 18, 19
Inverter.....63, 71, 72, 73, 74, 75, 80

K

Kompresor44, 47, 55, 62, 65

L

Labuh..... 6, 83, 85, 86, 92, 93, 94, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102,
103
Log book penangkapan ikan122, 123, 143, 144, 152, 153, 162

M

Machine learning112, 121, 125
Mikrokontroler 86, 87, 88, 90, 92, 93, 96, 97, 98, 99, 100, 101,
102, 149, 150

N

Nirkabel..... 8, 143, 144, 145, 146, 150, 151, 152, 153, 154, 155,
159, 162, 163, 169

O

Observer perikanan7, 8, 143, 144, 162, 169
Otomatisasi..... 6, 83, 86, 90, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100,
101, 102, 103

P

Palka.....	40, 41, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 55
Perangkat keras.....	8, 86, 93, 98, 143, 145, 146, 147, 150, 151, 152, 153, 159, 162, 163,
Perangkat lunak.....	101, 144, 145
Perikanan tangkap.....	1, 4, 5, 6, 7, 22, 105, 106, 108
<i>Photokinesis</i>	17
Potensi <i>fishing zone</i>	124

R

Radar	7, 110, 133, 137, 138, 139, 140, 169
<i>Receiver</i>	86, 87, 88, 89
Refrigeran	47, 55, 62

S

Satelit.....	7, 111, 133, 134, 135, 137, 140, 169
Sel fotovoltaik	60, 61
Sensor cahaya.....	86, 88, 92
Sensor suhu.....	8, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 155, 157, 159, 160, 161, 162, 163, 169

T

Tambat....	6, 83, 85, 86, 92, 93, 94, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103
Telepon pintar.....	8, 143, 144, 145, 146, 150, 152, 154, 155, 157, 158, 162, 163, 169
<i>Transmitter</i>	86, 87, 88, 89, 109, 110

Transponder133, 134

V

Vessel Monitoring System (VMS).....7, 105, 109, 110, 111, 112,
114, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 132,
133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 169

W

Wifi.....145, 149, 150, 152, 154, 160

PROFIL PENULIS



Agus Sufyan, ST, MT. Lahir di Surabaya, 30 Agustus 1979. Saat ini adalah Peneliti Ahli Muda bidang kepakaran Manajemen Lingkungan dan bergabung dalam Bidang Riset Teknologi Kelautan di Pusat Riset Kelautan, Badan Riset dan Sumber Daya Manusia Kelautan dan Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan. Gelar Sarjana Teknik

Kelautan diperoleh dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya pada tahun 2003, sedangkan gelar Master diperoleh dari Program Studi Teknik Manajemen Pantai, Program Pascasarjana ITS Surabaya pada tahun 2011.



Ahmat Fauzi, ST. Dilahirkan di Purworejo pada 11 Juni 1981. Menamatkan pendidikan Sarjana Teknik Mesin dari Universitas Gadjah Mada Yogyakarta pada tahun 2004. Jabatan saat ini adalah Peneliti Ahli Pertama pada Loka Riset Mekanisasi Pengolahan Hasil Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan.



Ariani Andayani, M.Sc. Dilahirkan di Brebes pada 8 Desember 1976. Penulis merupakan Peneliti Ahli Muda bidang Geografi Terapan, saat ini bekerja di Pusat Riset Perikanan, Badan Riset dan Sumber Daya Manusia Kelautan dan Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan. Lulus S-1 Jurusan Kartografi dan Penginderaan Jauh, Fakultas Geografi,

Universitas Gadjah Mada pada tahun 2001. Lulus magister sains tahun 2008 dari Program Studi MSc in IT for Natural Resources Management, Program Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor. Aktif sebagai pengurus organisasi profesi Masyarakat Ahli Penginderaan Jauh (MAPIN) periode 2013-2018.



Arif Rahman Hakim, M.Eng. Lahir di Kediri, 18 April 1982. Beliau adalah Peneliti Ahli Muda di Loka Riset Mekanisasi Pengolahan Hasil Perikanan - Kementerian Kelautan dan Perikanan. Saat ini, beliau menjadi Ketua Kelompok Peneliti Mekanisasi Pangan dan juga sebagai anggota Tim ahli penyusunan *Masterplan Aquaculture* di Bappeda DIY. Gelar

Sarjana atau S1 diperoleh dari Universitas Brawijaya pada tahun 2005. Mendapatkan gelar Master *Engineering* dari Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada pada tahun 2017.



Budi Nugraha, S.Pi., M.Si. Lahir di Jakarta, 21 Maret 1973. Menamatkan pendidikan Sarjana Perikanan tahun 1997 pada Jurusan Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, FPIK-IPB. Tahun 2007 diangkat sebagai Peneliti Pertama di Balai Riset Perikanan laut, Badan Riset Kelautan dan Perikanan, KKP. Gelar Magister Sains bidang Teknologi Perikanan Tangkap diperoleh

dari Institut Pertanian Bogor pada tahun 2009. Pernah menjabat sebagai Kepala Loka Penelitian Perikanan Tuna tahun 2011-2016, Kepala Seksi Tata Operasional Balai Penelitian Perikanan Laut tahun 2016-2017 dan Kepala Bidang Riset Pemulihan Sumber Daya dan Teknologi Alat dan Mesin Perikanan tahun 2017-2018. Saat ini menduduki jabatan fungsional Peneliti Ahli Madya di Pusat Riset Perikanan pada bidang keahlian Sumberdaya dan Lingkungan.



Farid Hidayat, A.Md. Dilahirkan di Banjarnegara pada 7 Juli 1976. Pendidikan terakhir adalah Diploma Teknik Listrik. Saat ini bekerja sebagai teknisi instalasi di Loka Riset Mekanisasi Pengolahan Hasil Perikanan - Kementerian Kelautan dan Perikanan.



Hadhi Nugroho, ST. Lahir di Ponorogo, 19 Mei 1983. Menamatkan gelar Sarjana Teknik yang diperoleh dari Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro pada 31 Mei 2006. Pernah bekerja sebagai *network engineer* di PT. Datacomm Diangraha pada 2008-2011. Bertugas di Kementerian Kelautan dan Perikanan sejak 1 Maret 2011. Saat ini

bertugas di Pusat Riset Perikanan, Badan Riset dan Sumber Daya Manusia Kelautan dan Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan sebagai Peneliti Ahli Pertama dengan bidang kepakaran Teknik Perikanan. Sebelumnya pernah bertugas di Pusat Pengkajian dan Perekayasa Teknologi Kelautan dan Perikanan serta Sekretariat Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan. Aktif dalam berbagai macam kegiatan penelitian terkait dengan teknologi kelautan dan perikanan. Telah menulis berbagai publikasi ilmiah, baik di jurnal ilmiah nasional, prosiding ilmiah nasional, buku, dan majalah. Selain itu, juga telah menghasilkan beberapa paten terkait teknologi perikanan.



Luthfi Assadad, S.Pi, M.Sc. Lahir di Muara Teweh pada 21 Nopember 1985. Menyelesaikan pendidikan Sarjana Perikanan Institut Pertanian Bogor pada tahun 2008 dan Magister Teknik Pertanian Universitas Gadjah Mada pada tahun 2017. Terakhir menjadi peneliti pada Loka Riset Mekanisasi Pengolahan Hasil Perikanan - Kementerian Kelautan dan Perikanan

dengan jenjang ahli muda.



Dr. Marza Ihsan Marzuki, MT. Lahir di Pematang Siantar, 10 Mei 1976. Beliau adalah peneliti di Pusat Riset Kelautan, Badan Riset dan Sumber Daya Manusia Kelautan dan Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan sejak tahun 2017 dan aktif mengajar dan membimbing mahasiswa S2 Magister Teknik Elektro. Gelar S1 Teknik Elektro

Telkom University diperoleh pada tahun 2000. Menyelesaikan Magister di Teknik Elektro Institut Teknologi Bandung pada tahun 2005. Pada tahun 2017 mendapatkan gelar Doktor dari Institute Mines Telecom-France bidang Sains dan Teknologi Informasi dan Komunikasi. Bidang penelitian yang ditekuni di antaranya adalah *machine learning*, *pattern recognition*, aplikasi *remote sensing*, dan *computer vision*.



Naila Zulfia, S.Pi. Lahir di Jepara, 4 Desember 1985. Lulus Sarjana Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro pada tahun 2007. Pada tahun 2009 penulis mulai bekerja di Badan Riset Kelautan dan Perikanan. Sejak November 2014 hingga saat ini, penulis bekerja di Loka Riset Mekanisasi Pengolahan Hasil

Perikanan sebagai peneliti dengan bidang kepakaran perikanan dan pengolahan hasil perikanan.



Putri Wullandari, STP, M.Sc. Lahir di Jakarta, 1 Desember 1984. Menamatkan gelar Sarjana Teknologi Pertanian yang diperoleh dari Jurusan Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada pada tahun 2008 dan melanjutkan pendidikan Master pada tahun 2013 di Program S2 Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi

Pertanian, Universitas Gadjah Mada hingga lulus pada tahun 2015. Pada tahun 2009 penulis mulai bekerja pada Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan. Saat ini penulis menduduki jabatan fungsional Peneliti Ahli Muda dengan kepakaran Pengolahan Hasil Perikanan di Loka Riset Mekanisasi Pengolahan Hasil Perikanan dan juga merupakan pengurus Himpunan Peneliti Indonesia cabang D.I. Yogyakarta.



Tri Nugroho Widiyanto, S.Si, M.Si.

Lahir di Boyolali pada 25 Januari 1981. Menamatkan pendidikan Sarjana di Program Studi Kimia Universitas Gadjah Mada dan pendidikan Magister Sains di Program Studi Teknik Mesin Pertanian dan Pangan, Institut Pertanian Bogor. Saat ini bekerja di Loka Riset Mekanisasi Pengolahan Hasil

Perikanan, Badan Riset dan Sumber Daya Manusia Kelautan dan Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan sebagai peneliti dengan jenjang ahli madya.



Waryanto, ST. Lahir di Tegal tanggal 3 April 1981. Lulus sebagai Sarjana Teknik dari Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang pada tahun 2006. Pernah bekerja sebagai staf *Research and Development* di PT. WIKA - INTRADE pada 2006 – 2008; sebagai surveyor pada PT. Rasicipta 2009 -2010. Bergabung dengan Badan

Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan sejak tahun 2010. Saat ini bertugas di Pusat Riset Perikanan, Badan Riset dan Sumber Daya Manusia Kelautan dan Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan sebagai Peneliti Ahli Pertama dengan bidang kepakaran Teknik Perikanan. Sebelumnya pernah bertugas di Pusat Pengkajian dan Perekayasaan Teknologi Kelautan dan Perikanan.



Widiarto Sarwono, A.Md. Dilahirkan di Cilacap pada 10 Juni 1987. Menamatkan pendidikan Diploma III dari Universitas Gadjah Mada pada tahun 2012. Saat ini beliau bekerja sebagai Teknisi Penelitian dan Perekayasaan di Loka Riset Mekanisasi Pengolahan Hasil Perikanan, Badan Riset dan Sumber Daya Manusia Kelautan dan

Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan.



Dr. Wijopriono, M.Sc. Dilahirkan di Rangkasbitung pada 16 Juni 1960. Menyelesaikan pendidikan di Akademi Usaha Perikanan (AUP) Jakarta tahun 1983 dan Sekolah Tinggi Perikanan Jakarta tahun 1991. Gelar *Master of Science* diperoleh dari Universiti Putra Malaysia (UPM) pada tahun 1998 dalam bidang *Aquatic Resource Management* pada Fakultas *Applied*

Sciences and Technology. Gelar doktor diperoleh dari universitas yang sama pada tahun 2006, dalam bidang *Applied Remote Sensing* dengan spesialisasi akustik perikanan. Mulai bekerja di Balai Penelitian Perikanan Laut Jakarta pada tahun 1983, dan telah banyak terlibat dalam kegiatan penelitian di bidang sumber daya perikanan dan lingkungan. Hingga saat ini telah menghasilkan berbagai karya tulis ilmiah dalam bentuk jurnal ilmiah, buku, maupun prosiding, baik yang ditulis sendiri maupun dengan penulis lain. Saat ini bekerja sebagai Peneliti Ahli Utama di Pusat Riset Perikanan - Badan Riset dan SDM KP - Kementerian Kelautan dan Perikanan.



AMaFRaD  PRESS

Diterbitkan oleh: AMAFRAD Press -

Badan Riset dan Sumberdaya Manusia Kelautan dan Perikanan

Gedung Mina Bahari III, Lantai 6,

Jl. Medan Merdeka Timur No. 16, Jakarta Pusat 10110.

Telp. (021) 3513300,

Fax. (021) 3513287

No Anggota IKAPI : 501/DKI/2014

ISBN 978-623-7651-10-9



ISBN 978-623-7651-13-0

