

ENERGY SAVING MEASURES AND RATIONAL ENERGY CONSUMPTION IN FISHING INDUSTRY

LANGKAH-LANGKAH PENGHEMATAN ENERGI DAN PENGGUNAAN ENERGI YANG RASIONAL PADA INDUSTRI PENANGKAPAN IKAN

(For Indonesia)



January 2014



Southeast Asian Fisheries Development Center

**ENERGY SAVING MEASURES AND RATIONAL ENERGY
CONSUMPTION IN FISHING INDUSTRY**

March 18th, 2009

**Research Committee of Saving Energy Technology
in Fishing Industry
Fisheries Research Agency, JAPAN**

**LANGKAH-LANGKAH PENGHEMATAN ENERGI DAN
PENGUNAAN ENERGI YANG RASIONAL PADA INDUSTRI
PENANGKAPAN IKAN**

18 Maret 2009

**Komite Penelitian Teknologi Penghematan Energi
pada Industri Penangkapan ikan
Badan Penelitian Perikanan, JEPANG**



What is SEAFDEC?

The Southeast Asian Fisheries Development Center (SEAFDEC) is an autonomous intergovernmental body established as a regional treaty organization in 1967 to promote fisheries development in Southeast Asia.

Objectives

SEAFDEC aims specifically to develop the fishery potential in the region through training, research and information services in order to improve the food supply by rational utilization of the fisheries resources in the region.

Functions

To achieve its objectives, the Center has the following functions:

1. To offer training courses, and organize workshops and seminars in fishing technology, marine engineering , extension methodology, post-harvest technology, and aquaculture.
2. To conduct research on fishing gear technology, fishing ground survey, post-harvest technology and aquaculture, to examine problems related to the handling of fish at sea and quality control, and to undertake studies on the fishery resources in the region.
3. To facilitate the transfer of technology to the countries in the region and to provide information materials to the print and non-print media, including the publication of statistical bulletins and reports for the dissemination of survey, research and other data on fisheries and aquaculture.

Membership

SEAFDEC membership is open to all Southeast Asian Countries. The Member Countries of SEAFDEC at present are Brunei Darussalam, Cambodia, Indonesia, Japan, Lao PDR, Malaysia, Myanmar, the Philippines, Singapore, Thailand, and Vietnam.



Apa itu SEAFDEC ?

Southeast Asian Fisheries Development Center (SEAFDEC) adalah badan otonom antar pemerintah yang didirikan pada tahun 1967 sebagai organisasi regional untuk memajukan pembangunan sektor perikanan di Asia Tenggara.

Tujuan

Tujuan SEAFDEC khususnya adalah untuk mengembangkan potensi perikanan di kawasan melalui pelatihan, penelitian dan diseminasi informasi untuk meningkatkan ketersediaan pasokan pangan melalui pemanfaatan rasional sumber daya perikanan di kawasan.

Fungsi

Untuk mencapai tujuannya, SEAFDEC melakukan fungsi sebagai berikut:

1. Menyelenggarakan kursus pelatihan, lokakarya/workshop dan seminar teknologi perikanan, rekayasa kelautan, metodologi penyuluhan, teknologi pasca panen, dan perikanan budidaya.
2. Melakukan penelitian di bidang teknologi alat tangkap, survey daerah penangkapan ikan, teknologi pasca panen dan budidaya, menganalisa permasalahan tentang penanganan ikan di laut dan pengawasan kualitas/quality control, serta melaksanakan studi terkait sumber daya perikanan di kawasan.
3. Memfasilitasi alih teknologi ke negara-negara di kawasan Asia Tenggara dan menyediakan bahan informasi dalam bentuk media cetak dan non cetak, termasuk penerbitan buletin statistik dan laporan untuk mendesiminasikan hasil survei, penelitian dan informasi lainnya tentang perikanan dan budidaya.

Keanggotaan

Keanggotaan SEAFDEC terbuka untuk semua negara di kawasan Asia Tenggara. Negara anggota SEAFDEC saat ini adalah Brunei Darussalam, Kamboja, Indonesia, Jepang, Republik Demokratik Rakyat Laos, Malaysia, Myanmar, Filipina, Singapura, Thailand, dan Vietnam.

TRANSLATOR

Ms. Hotmaida Purba

Officer for Bilateral Cooperation, The Center of Analysis for International and Interinstitutional Cooperation, Secretariat General, Ministry of Marine Affairs and Fisheries, Republic of Indonesia

EDITOR

Mr. Imron Rosyidi

Assistant Deputy Director for Fishing Gear Construction and Feasibility, Directorate for Fishing Vessel and Gear, Directorate General for Capture Fisheries, Ministry of Marine Affairs and Fisheries, Republic of Indonesia



**The production of this publication is supported
by the Japanese Trust Fund to SEAFDEC.**

PENGALIH BAHASA

Hotmaida Purba

Staf Kerja Sama Bilateral, Pusat Analisis Kerja Sama Internasional dan Antarlembaga, Sekretariat Jenderal, Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia

PENYUNTING

Imron Rosyidi

Kepala Seksi Rancang Bangun Kelaikan dan Alat Penangkap Ikan, Direktorat Kapal Perikanan dan Alat Penangkap Ikan, Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap, Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia



**Publikasi didukung oleh
Japanese Trust Fund kepada SEAFDEC**

Introduction

The oil prices have soared worldwide over the year before last to last summer due to the rush for oil caused by economic development of emerging countries such as China and India, the political uncertainty of oil producing countries and the inflow of speculative money and the “Arabian light crude” which is index of crude in Asia including Japan, has set a record high of \$139.72/barrel as of July 14th last year. Subsequently, the oil prices has dropped sharply with the world economy shrinking rapidly due to the financial crisis from the end of last year, and as of March 16th this year it priced \$41.28 per barrel. However, considering the price trends over the past 30 years, the oil prices have still been high and it is expected that in the near future the demand for oil will go up due to the economic recovery. In addition to the aspects mentioned above, the price drop in crude will slow down the development of oilfield and another concern following this is the skyrocketing crude oil price. Steep rise in the price of crude oil has a grave impact on fishing industry. Above all, the cost of fuel in f capture fishery accounts for a large percentage of its cost, and due to the trends of consumers and the retail industries, it is not easy to pass the higher cost along to them. The percentage of fuel cost in the cost of production of the capture fishery accounted for 10-20 % until 2004, however in 2005 it accounted for over 20%, and this year at the fuel oil price peak, the percentage of fuel cost of deep-sea fishing, adjacent fishing of skipjack and tuna and squids-fishing fishing accounted for over 40%. Therefore, curbing consumption on fuel cost is a significant challenge from a business standpoint. Furthermore, it is necessary to revise the energy consumption structure of fishing industry, and also to make shift to energy saving industry which is not influenced by fuel price for the purpose of being able to respond to the future global environment problems and also to develop and maintain as a sustainable marine industry. Therefore, we “The Fisheries Research Agency (hereinafter referred to as the “FRA”) have established the Research Committee of Saving Energy Technology in Fishing Industry (hereinafter referred to as the “Research Institute”) consisting of academic experts with a goal of considering the current condition of energy saving technology in the fishing industry including capture fishery and the desirable future direction of energy consumption. The Research Institute has formed 3 research groups “Rationalization of energy utilization”, “LED introduction propulsion research” and “proper temperature management setting of fishery products” and has studied issues regarding the current condition and utilization of research and development of energy saving technology. In addition to that, the institute has made pamphlets towards the fisheries which explain the specific technical content and also has begun the process of figuring out the amount of carbon dioxide emissions which will become a basis for the future fishery in our country to be able to utilize the energy reasonably and effectively. This report compiles proposals for future efforts towards energy saving in the fishing industry as well as the result of studies from each research group.

March 18th, 2009

Fisheries Energy Technology Research Institute Chairperson Kiyoshi Inoue

Pendahuluan

Harga minyak dunia telah melonjak sejak tahun lalu hingga musim panas ini akibat tingginya permintaan minyak sebagai dampak dari pembangunan ekonomi negara-negara berkembang seperti China dan India, ketidakpastian politik di negara-negara penghasil minyak, dan adanya aliran uang spekulatif serta "minyak mentah Arab" yang merupakan indeks minyak mentah di Asia termasuk Jepang, mencapai rekor tertinggi \$ 139,72/barel pada 14 Juli tahun lalu. Selanjutnya, harga minyak menurun tajam sejalan dengan merosotnya ekonomi dunia karena krisis keuangan sejak akhir tahun lalu, dan pada tanggal 16 Maret tahun ini harga minyak mentah mencapai \$ 41,28 per barel. Namun demikian, berdasarkan tren harga selama 30 tahun terakhir, harga minyak masih cukup tinggi dan diharapkan dalam waktu dekat permintaan minyak akan naik karena pulihnya perekonomian. Selain aspek yang disebutkan di atas, turunnya harga minyak mentah akan memperlambat perluasan ladang minyak dan kekhawatiran berikutnya adalah meroketnya harga minyak mentah. Kenaikan tajam harga minyak mentah akan berdampak serius pada industri perikanan. Di atas semuanya, biaya bahan bakar perikanan tangkap memiliki persentase besar dari total biaya operasional, dan sesuai tren konsumen serta industri ritel, mereka tidak mudah menerima harga yang lebih tinggi. Persentase komponen biaya bahan bakar dari total biaya produksi perikanan tangkap sebesar 10-20% pada tahun 2004, namun pada tahun 2005 mencapai lebih dari 20%, dan tahun ini dimana harga BBM mencapai puncak tertinggi, persentase biaya bahan bakar pada kegiatan penangkapan ikan di laut dalam (*deep sea*), penangkapan cakalang, tuna, dan cumi-cumi mencapai lebih dari 40%. Oleh karena itu, upaya pembatasan biaya bahan bakar adalah tantangan yang signifikan dari sudut pandang bisnis. Selain itu, perlu merevisi struktur konsumsi energi industri perikanan, dan beralih ke industri hemat energi yang tidak terpengaruh pada harga bahan bakar dan mampu merespon masalah lingkungan global di masa depan dan juga untuk mengembangkan dan mempertahankan industri kelautan yang berkelanjutan. Oleh karena itu, kami "Badan Penelitian Perikanan" (selanjutnya disebut "FRA") telah membentuk Komite Penelitian Teknologi Hemat Energi Industri Perikanan (selanjutnya disebut sebagai "Institut Penelitian/Research Institute") yang terdiri dari para ahli akademisi yang bertujuan memberikan pertimbangan tentang kondisi teknologi hemat energi industri perikanan saat ini termasuk perikanan tangkap dan arah konsumsi energi yang diinginkan di masa depan. Institut Penelitian telah membentuk 3 kelompok penelitian "Rasionalisasi Pemanfaatan Energi", "Penelitian Penggerak Pengenalan LED" dan "Pengaturan Suhu Produk Perikanan yang Tepat" dan telah mempelajari isu-isu mengenai kondisi dan pemanfaatan riset dan pengembangan teknologi hemat energi saat ini. Selain itu, Institut ini telah membuat pamflet perikanan yang menjelaskan konten teknis spesifik dan memulai proses mencari tahu jumlah emisi karbon dioksida yang akan menjadi dasar bagi perikanan masa depan di negara kita yang mampu memanfaatkan energi secara proporsional dan efektif. Laporan ini mengkompilasi proposal usaha-usaha ke depan menuju penghematan energi industri perikanan serta hasil penelitian dari masing-masing kelompok penelitian.

18 Maret 2009

Institut Penelitian Teknologi Energi Perikanan Ketua Kiyoshi Inoue

I. Current condition of energy consumption of fishing vessels

In the capture fishery, except for the gasoline used in outboard engine, most of the deep-sea and offshore fishing vessels use fuel oil A and as for coastal fishing vessels they use fuel oil A and light oil. In 2008 according to the study on global warming countermeasures in the field of agriculture, forestry and fisheries of the project to promote environment biomass (Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries of Japan), fuel consumption of the capture fishery in our country in 2005(except for gasoline, total amount of light oil and fuel oil A) is 2,160,000 kl-2,450, 000 kl. According to the annual statistics of resources and energy, the volume of sales of light oil in our country in 2005 was 42,180,000 kl, and that of fuel oil A was 35,000,000 kl. Therefore, fuel consumption of capture fishery accounts for 2.8%-3.2% of the total amount of the sales volume of fuel oil A and light oil.

Reflecting considerable reduction in the number of medium and large scale deep-sea and offshore fishing vessels, and fishery employees due to the aging of fishery employees and the downturn in the price of fish, fuel consumption of fishing vessels have continued to decrease every year. However, considering that the amount of gross domestic product in our country is 503,200,000,000,000 yen and the gross product of the fishing industry is 880,000,000,000 yen (the amount which is calculated on a product basis by economic calculation of Agriculture and Food related industry), therefore considering that the fishing industry accounts for only 0.17%, it can be said that the fishing industry is a fuel intensive industry compared to other industries.

II. Current condition of energy saving technology by fishing vessels

1. Visualization fuel consumption

When considering about energy saving of fishing vessels, it is fundamental to first know the amount of fuel consumption of fishing vessels. Fishing vessels require complicated operational techniques for the purpose of fish haul and it is completely different from merchant vessels of which purpose is to simply carry products and people. For the reason that prime power inboard may vary greatly depending on the condition of the operation, the fuel consumption of main engine and auxiliary engine also undergo significant fluctuation. It is expected that the vessel operator will be aware of fuel cost and will make efforts to operate thinking about energy saving by setting fuel flow gauge in the main engine and the auxiliary engine and display the result in the bridge and machinery control room on a real time basis.

In general, fuel flow gauge is set between fuel tank inside engine room and engine for both the main engine and auxiliary engine. In most engines, the amount of fuel oil sent to the engine by a pump is more than the amount of actual consumption, therefore some amount of oil return to fuel tank, therefore it is necessary to measure the flow volume both in the entrance and the exit of engine and calculate the difference as fuel consumption. Some of medium and large scale fishing vessels have flow devices which measures the fuel which pumps up from bottom tank to service tank, there are almost no fishing vessels which can display how much fuel is consumed on a real time basis, when the vessel is in operation. At this moment, flow gauge and display system which are easy to install to fishing vessels are not available, it is recommended the fuel flow gauge which is easy to install to fishing vessels will be developed in the future.

I. Kondisi konsumsi energi kapal penangkap ikan saat ini

Pada perikanan tangkap, kecuali bensin untuk mesin tempel, sebagian besar kapal ikan laut dalam dan lepas pantai menggunakan BBM jenis A (*fuel oil A*), sedang kapal ikan perairan pantai menggunakan BBM *fuel oil A* & minyak ringan (*light oil*). Pada 2008, menurut studi penanggulangan pemanasan global bidang pertanian, kehutanan dan perikanan oleh proyek pengembangan biomassa lingkungan (Kementerian Pertanian, Kehutanan & Perikanan Jepang), konsumsi BBM perikanan tangkap negara kita pada 2005 (kecuali bensin, jumlah "*light oil*" & BBM *fuel oil A*) adalah 2.160.000 kl - 2.450.000 kl. Menurut statistik tahunan sumberdaya dan energi, volume penjualan *light oil* di negara kita pada 2005 adalah 42.180.000 kl, dan BBM *fuel oil A* adalah 35.000.000 kl. Karenanya, konsumsi BBM perikanan tangkap sebesar 2,8% - 3,2% dari total volume penjualan BBM *fuel oil A* dan *light oil*.

Seiring berkurangnya secara nyata jumlah kapal penangkap ikan di laut dalam dan laut lepas skala sedang dan besar, berkurangnya pekerja sektor perikanan karena faktor usia (tua) serta menurunnya harga ikan, konsumsi BBM kapal penangkap ikan terus menurun tiap tahunnya. Namun, mengingat nilai produk domestik bruto negara kita 503.200.000.000.000 yen dan produk bruto industri perikanan 880.000.000.000 yen (jumlah dihitung berdasarkan produk sesuai perhitungan ekonomi pertanian oleh industri terkait), maka industri perikanan hanya berkisar 0,17%, dapat dikatakan bahwa industri perikanan adalah industri padat BBM dibandingkan industri lainnya.

II. Kondisi terkini teknologi penghematan energi pada kapal penangkap ikan

1. Visualisasi konsumsi BBM

Sebelum melakukan penghematan energi pada kapal penangkap ikan, sangat penting untuk lebih dulu mengetahui jumlah konsumsi BBM-nya. Kapal penangkap ikan memerlukan teknik operasional yang rumit dan berbeda dari kapal dagang yang bertujuan hanya membawa barang dan manusia. Karena, kekuatan mesin induk kapal sangat bervariasi tergantung pada kondisi operasi, konsumsi BBM mesin induk dan mesin bantu juga mengalami fluktuasi yang nyata. Diharapkan operator kapal sadar akan biaya untuk BBM dan melakukan upaya penghematan energi dengan memasang alat pengukur aliran BBM (*flow gauge*) pada mesin induk dan mesin bantu serta menampilkan hasilnya di ruang kemudi (*bridge*) dan ruang kontrol mesin secara *real time*.

Umumnya, "*flow gauge*" dipasang antara tangki BBM di kamar mesin, dengan kedua mesin induk dan mesin bantu. Pada kebanyakan mesin, BBM yang dialirkan ke mesin oleh pompa lebih banyak dari jumlah konsumsi sebenarnya, sehingga sejumlah BBM dialirkan kembali ke tangki, sehingga penting untuk mengukur volume aliran BBM di saluran masuk dan saluran keluar mesin serta menghitung perbedaannya sebagai konsumsi BBM. Beberapa kapal penangkap ikan skala menengah dan besar memiliki alat ukur aliran BBM yang dipompa dari tangki bawah ke tangki layanan (*service tank*), namun hampir tidak ada kapal yang dapat menampilkan berapa banyak BBM yang dikonsumsi secara *real time*, ketika kapal sedang beroperasi. Saat ini, system "*flow gauge*" dan *display* yang mudah dipasang pada kapal ikan belum ada, sehingga perlu mengembangkan "*flow gauge*" yang mudah dipasang pada kapal ikan di masa datang.

2. Trend of fuel consumption rate by fishing vessel engines

Diesel engines used in fishing vessels are superior in terms of thermal efficiency among practical internal-combustion engines. Since 1970s energy crisis, research and development toward energy saving has continued and there has been an effort to reduce fuel consumption rate.

However in 2005, global regulation against exhaust gas emission which is intended to reduce nitrogen oxide (NO_x) for marine engines of which output are more than 130Kw was introduced, what's more second emission control will start in 2012 requiring more reduction of nitrogen oxide and continuously there will be third emission control following this second control. In order to reduce nitrogen oxide, it is necessary to lower combustion temperature which will also lead to a decrease in thermal efficiency. The key point of technical development is to pass the emission control which will be even more reinforced in the future without deteriorating fuel consumption rate.

3. Specific energy saving technology by fishing vessels

Here I would like to explain about current condition of energy saving technology which is applicable to existing fishing vessels as follows. (1)Energy saving by operational technique, (2)Energy saving technology by proper re-equipping of hulls, (3)Energy saving technology by proper conversion of engine (4)Energy saving technology using fishing gear (5)Energy saving technology which is available at the time of vessel construction (6)Energy saving technology to be considered for the future

(1) Energy saving by operational technique

1) Slowing down (Control of navigation speed)

This operational measure is applicable to all fishing vessels regardless of types of fisheries, size and hull forms. It needs output requiring propulsion which is approximately proportional to the cube of the speed of the vessels. Therefore, a slight decrease in speed will considerably reduce the output requiring propulsion and the fuel consumption will as well be reduced.

This rule is applicable to the offshore or deep-sea fishing vessels which are called displacement type of fishing vessels. The length of these vessels is over 20m in length and the navigation speed is less than 13 knot. Practically, slowing down the speed when navigating the same distance will decrease the fuel consumption with the square of the corresponded speed approximately and it is due to the fact that the time which navigating requires will increase in proportion to the corresponded speed.

On the other hand, most of the small size coastal fishing vessels are called semi-planing type fishing vessels with the length of less than 20m in length and the speed of over 14knot. Bow will be lifted up in case the speed is over 10 knot for these types of fishing vessels, when the vessel is in semi-planing condition. The rule of cube of the vessel's speed does not apply for these types of the vessels. In this speed range, fuel consumption in a fixed distance is proportional to the speed,

Slower speed will however, prolong the navigation time (days) which could increase fuel consumption of auxiliary engine in proportion to time and also influence the fish catch. Therefore it is necessary to take these matters into

2. Tren tingkat konsumsi BBM pada mesin kapal penangkap ikan

Mesin diesel yang digunakan pada kapal penangkap ikan lebih unggul dalam hal efisiensi panas dibandingkan dengan mesin pembakaran-dalam lainnya yang banyak digunakan. Sejak krisis energi 1970-an, penelitian dan pengembangan penghematan energi terus dikembangkan dan muncul upaya-upaya mengurangi konsumsi BBM.

Namun demikian, pada tahun 2005 regulasi global melawan emisi gas buang diperkenalkan untuk mengurangi nitrogen oksida (NO_x) pada mesin laut yang outputnya lebih dari 130 KW, disusul kebijakan pengendalian emisi kedua yang akan dimulai tahun 2012 yang mengharuskan pengurangan nitrogen oksida yang lebih banyak lagi dan selanjutnya pengendalian emisi ketiga. Untuk mengurangi nitrogen oksida, perlu menurunkan temperatur pembakaran yang akan menurunkan efisiensi panas. Kunci utama dalam pengembangan teknis adalah lulus uji pengendalian emisi yang bahkan semakin diperkuat di masa datang tanpa menurunkan tingkat konsumsi BBM.

3. Teknologi penghematan energi khusus kapal penangkap ikan

Di sini saya ingin menjelaskan tentang kondisi teknologi penghematan energi yang saat ini diterapkan pada kapal penangkap ikan sebagai berikut. (1) Penghematan energi melalui teknik operasional (2) Teknologi penghemat energi melalui penambahan pelengkap pada bagian lambung kapal (3) Teknologi penghemat energi melalui penggantian mesin yang sesuai (4) Teknologi penghemat energi melalui penggunaan alat penangkapan ikan (5) Teknologi penghemat energi yang dapat dilakukan saat pembangunan kapal (6) Teknologi penghemat energi yang perlu dipertimbangkan di masa depan.

(1) Penghematan energi melalui teknik operasional

1) Mengurangi kecepatan (*slowing down*)

Langkah operasional ini berlaku bagi semua kapal penangkap ikan tanpa melihat jenis perikanan, ukuran dan bentuk lambung kapalnya. Kecepatan kapal memerlukan daya dorong kira-kira setara dengan pangkat tiga dari kecepatan kapal. Karenanya, sedikit mengurangi kecepatan akan banyak mengurangi daya dorong yang dibutuhkan dan konsumsi BBM juga akan berkurang.

Aturan ini berlaku bagi kapal penangkap ikan lepas pantai atau laut dalam yang disebut kapal tipe "*displacement*". Panjang kapal ini di atas 20 meter dengan kecepatan layar kurang dari 13 knot. Pada prakteknya, perlambatan kecepatan layar untuk jarak yang sama akan mengurangi konsumsi BBM dengan kuadrat kecepatan yang sesuai, dan akibatnya waktu yang diperlukan untuk berlayar akan bertambah seiring dengan (perlambatan) kecepatan tersebut.

Di sisi lain, sebagian besar kapal kecil perairan pantai yang disebut juga kapal tipe "*semi-planing*" dengan panjang kurang dari 20 meter dan kecepatan lebih dari 14 knot. Haluan kapal akan terangkat saat kecepatan 10 knot lebih. Aturan pangkat tiga dari kecepatan kapal tidak berlaku untuk jenis kapal ini. Dalam rentang kecepatan ini, konsumsi BBM untuk jarak yang tetap sebanding dengan kecepatan.

Penurunan kecepatan akan memperpanjang hari berlayar yang dapat meningkatkan konsumsi BBM mesin bantu sebanding dengan waktu dan juga berpengaruh pada jumlah hasil tangkapan, oleh karena

consideration and select the proper speed.

2) Reduction of vessels' weight

This technique is applicable to all fishing vessels but is especially effective for small fishing vessels. When the total vessel weight increases as fuel, fishing gear and catch increase, the displacement increases as well which will make the fuel consumption to rise with the increasing of the propulsion resistance. It is therefore recommended that unused fishing gear should be stored in onshore storage facilities and that the amount of fuel loaded in vessels be reduced in the necessary minimum. As for small-sized coastal fishing vessels, it is necessary to pay attention to the proper methods of loading fishing gear and fish catch to keep the trim of the vessels in proper condition and avoid excessive trim. Excessive trim in the bow or stern could lead to increased fuel consumption and deteriorate the sea keeping and maneuverability.

3) Cleaning of hull, rudder and propeller

This technology is applicable to all fishing vessels regardless of type of vessels, size and types of fisheries. Immediately after docking, the hull, stern, propeller and other parts should be kept clean. However as days go by, these parts could get dirty due to the attached algae, shellfish and other creatures making it difficult to sail at predefined speed because of increased friction drag which also increases the fuel consumption. Cleaning periodically will improve the situation, and if it is not possible to frequently dock the vessels, cleaning of the propellers by divers will surely show certain effects on the saving energy

4) Proper utilization of controllable pitch-propeller

Some fishing vessels which are operated offshore and in deep-seas such as trawl and tuna long-lines are equipped with controllable pitch-propeller. At the bridge of those fishing vessels, there is usually a control board to set the "propeller pitch" and "rotating speed". Controlling the vessel speed merely by the pitch when the engine constantly rotates will significantly decrease the efficiency of the propeller while slowing down, and this could make fuel consumption to rise. Although this depends on the condition of the load on vessels, speed and condition of operation, reduction of fuel consumption can be expected by operating both pitch and rotating speed. In particular, it is encouraged that the vessel is operated with the proper setting while the "pitch" and "rotating speed" are controlled simultaneously according to the "operation manual" of controllable pitch-propeller which is provided by propeller manufacturers and shipyards.

itu, penting untuk mempertimbangkan hal-hal tersebut dan tentukan kecepatan yang sesuai.

2) Pengurangan bobot kapal

Teknik ini berlaku untuk semua kapal penangkap ikan, tetapi sangat efektif untuk kapal berukuran kecil. Ketika berat total kapal meningkat karena BBM, alat penangkapan ikan dan hasil tangkapan yang meningkat, "*displacement*" juga meningkat dan berakibat pada meningkatnya konsumsi bahan bakar seiring dengan meningkatnya *resistensi* daya dorong. Oleh karena itu disarankan agar alat penangkapan ikan yang tidak digunakan disimpan di gudang penyimpanan di darat dan mengurangi jumlah BBM yang dimuat dalam kapal sesuai jumlah minimum yang dibutuhkan. Adapun untuk kapal kecil di perairan pantai, penting untuk memperhatikan metode yang tepat untuk memuat alat penangkapan ikan dan hasil tangkapan guna menjaga kestabilan kapal dan menghindari berat berlebih. Berat berlebih di haluan atau buritan kapal dapat meningkatkan konsumsi BBM dan memperburuk keseimbangan di laut dan kemampuan olah gerak (*maneuver*) kapal.

3) Pembersihan lambung, kemudi dan baling-baling kapal (*hulk, rudder and propeller*)

Teknologi ini dapat diterapkan untuk semua kapal penangkap ikan tanpa memandang jenis kapal, ukuran dan jenis perikanannya. Segera setelah *docking*, lambung, kemudi dan baling-baling dalam keadaan bersih. Namun seiring berjalannya waktu, bagian-bagian ini menjadi kotor karena ganggang, kerang dan makhluk lainnya yang menyulitkan berlayar dengan kecepatan yang telah ditentukan karena meningkatnya gesekan dan akan meningkatkan konsumsi BBM. Pembersihan secara berkala akan memperbaiki keadaan, dan jika tidak mungkin melakukan *docking*, pembersihan baling-baling oleh penyelam akan menunjukkan efek penghematan energi tertentu.

4) Penggunaan *controllable pitch propeller* (CPP) yang sesuai

Beberapa kapal penangkap ikan yang dioperasikan di lepas pantai dan laut dalam seperti kapal penangkap ikan *trawl* dan tuna long line dilengkapi dengan pengatur baling-baling yang dapat dikendalikan (*controllable pitch propeller*). Pada ruang kemudi (*bridge*), biasanya ada papan kontrol untuk mengatur kesesuaian baling-baling (*pitch propeller*) dan "kecepatan berputar". Mengontrol kecepatan kapal hanya dengan mengatur "*pitch*" baling-baling saat mesin masih berputar secara signifikan akan menurunkan efisiensi baling-baling ketika melambat, dan ini bisa meningkatkan konsumsi BBM. Meskipun hal ini tergantung pada muatan kapal, kecepatan dan kondisi operasi; pengurangan konsumsi BBM diharapkan terjadi melalui pengaturan "*pitch*" dan "kecepatan putar". Secara khusus, disarankan agar kapal dioperasikan dengan pengaturan yang sesuai ketika "*pitch*" dan "kecepatan putar" dikendalikan secara bersamaan sesuai dengan petunjuk operasional atau *manual* dari *controllable pitch propeller* yang disediakan oleh pabrik dan galangan kapal.

(2) Energy saving technology by proper remodeling of hulls

1) Installation of bulbous bow

The protruding bulb at the bow of a vessel just below the waterline is called a bulbous bow or bow bulb. The speed-length ratio of fishing vessels including offshore and deep-sea fishing vessels, is usually high, therefore wave making resistance (vessel resistance is generated by the formation of waves as the vessel passes through the water) accounts for a large portion among the total resistance of the vessels. In order to reduce wave making resistance, giving large displacement volume to the edge of the bow is efficient, and in theory, it has become clear that it is better to increase the displacement volume in the edge of bow as the speed increases for the displacement type of vessels. Therefore, this technology is especially efficient for the vessels which are operated offshore and in deep-seas.

Bulbous bow is specially constructed to give displacement volume to the edge of bow because the proper size depends on the speed-length ratio (square root ratio of speed and the length of vessel). As for the specific design and construction, there is a need to consult with research institutes, building shipyards, and design consultants capable of designing effective size and form. Since big waves occur in the water where the transverse area changes significantly, there is a need to smoothly put the installed parts of the bulbous bow and the main hull in order that the transverse area does not change significantly towards the direction of the length of vessels. Furthermore, in case the emerging bow hits the sea surface during big waves, the bulbous shapes making a cross-section surface would be able to prevent the vessel bottom from getting big damages and the other bulbous shapes could prevent any problems in the structural strength of the vessel when big waves are present in the ocean.

In general, these methods are not effective for small-sized coastal fishing vessels due to the fact that these vessels should sail over a speed-length ratio of the bulbous bow to be effective. However, for some small-sized coastal fishing vessels, the bow has similar form and is used for the purpose of ensuring the buoyancy of the bow and increasing the length of the water line.

Offshore and deep-sea fishing vessels which are not yet equipped with bulbous bows and those with bulbous bows that are not in proper form, could expect reduction in fuel consumption by equipping these vessels with bulbous bow or improving the form of their bulbous bows.

2) Fins fitted forward of propeller

This is a device which could enhance propulsion efficiency mainly for deep-sea and offshore fishing vessels. Several fins are attached in a radical fashion around the stern in front of propellers through which the hull attachment current fins commutate the flow into the propellers and also recover rotational energy. As attachment position of the current plate, form, size and the number of alignment are related to the underwater form of the vessels depending on speed of vessels, it will be essential to pre-consider carefully about equipping vessels with current plate in consultation with appropriate research institutes, building shipyards, design consultants, and others.

(2) Teknologi penghematan energi melalui remodelling lambung kapal

1) Pemasangan *bulbous bow*

Bola menonjol di haluan kapal tepat di bawah garis air (*water line*) disebut "*bulbous bow*" atau "*bow bulb*". Rasio panjang - kecepatan kapal penangkap ikan, termasuk kapal penangkap ikan lepas pantai dan laut dalam, biasanya tinggi, karenanya gelombang menimbulkan "resistensi" ("resistensi" kapal berasal dari gelombang yang terbentuk ketika kapal melintasi air) menyumbang sebagian besar di antara total resistensi kapal. Untuk mengurangi resistensi karena ombak, menambahkan volume *displacement* yang besar pada ujung haluan efisien, dan secara teori, menjadi jelas bahwa lebih baik untuk menambah volume *displacement* pada ujung haluan untuk kapal yang kecepatannya lebih tinggi. Oleh karena itu, teknologi ini sangat efisien untuk kapal yang dioperasikan di laut lepas dan laut dalam.

"*Bulbous bow*" dibangun secara spesifik untuk memberikan volume *displacement* pada ujung haluan karena ukurannya tergantung pada rasio panjang - kecepatan kapal (rasio akar kuadrat dari kecepatan dan panjang kapal). Adapun desain dan konstruksi yang spesifik, perlu berkonsultasi dengan lembaga penelitian, galangan kapal, dan konsultan desain yang mampu merancang ukuran dan bentuk yang efektif. Karena gelombang besar terjadi ketika ada perubahan penampang melintang secara signifikan, maka perlu menempatkan bagian yang terpasang pada *bulbous bow* dan lambung utama agar penampang melintang tersebut tidak berubah secara signifikan terhadap arah panjang kapal. Selanjutnya, dalam kasus haluan kapal menghentak permukaan laut saat gelombang besar, bentuk bulat tersebut menciptakan permukaan melintang yang mencegah dasar kapal dari kerusakan besar dan bentuk bulat lainnya dapat mencegah kerusakan pada kekuatan struktural kapal ketika terjadi ombak besar di lautan.

Secara umum, metode ini tidak efektif untuk kapal kecil di perairan pantai karena kapal tersebut harus berlayar di atas rasio panjang - kecepatan dimana *bulbous bow* dapat berfungsi secara efektif. Namun, pada beberapa kapal kecil di perairan pantai, haluan kapal memiliki bentuk yang sama dan digunakan untuk menjamin daya apung haluan kapal dan meningkatkan panjang garis air.

Kapal penangkap ikan laut lepas dan laut dalam yang belum dilengkapi dengan *bulbous bow* dan kapal penangkap ikan yang telah dilengkapi *bulbous bow* namun dengan bentuk yang tidak sesuai, dapat mengalami penurunan konsumsi BBM dengan memasang *bulbous bow* atau memperbaiki bentuk *bulbous bow*.

2) *Fins* (sirip) dipasang di depan baling-baling

Ini adalah perangkat yang dapat meningkatkan efisiensi daya dorong, utamanya untuk kapal penangkap ikan laut dalam dan laut lepas. Beberapa sirip dipasang melekat secara radikal di bagian buritan di depan baling-baling dimana sirip pelengkap lambung kapal mengubah aliran ke baling-baling dan juga memulihkan energi rotasi. Posisi menempelnya papan arus, bentuk, ukuran dan jumlah kesesuaian terkait dengan bentuk kapal di bawah air tergantung pada kecepatan kapal, maka sebelum memutuskan untuk melengkapi kapal dengan papan arus, perlu kiranya secara cermat berkonsultasi dengan lembaga penelitian, galangan kapal, konsultan desain, dan lain-lain.

3) Shape refinement of the appendages of hull

This is an efficient technology for the fishing vessels operated offshore and in deep-seas. There are many objects around hull creating vortex and making resistance. These objects are the attachments or appendages such as the skeg (skeg is an aggregate of a part located longitudinally at the center of the vessel's bottom which is called "keel", a fin looking object which sticks out from keel, and is so-attached so that vessels could be operated to go straight ahead), bilge keel (a plate which is attached to the bottom of hull's side to reduce rolling.), sonar, transducer of the fish-finder, and also the aperture of the side thruster. The function of these attachments will be relatively bigger since the hull of fishing vessel is smaller compared with that of large commercial vessels. Depending on the type of fishery, equipment such as propeller guard may be added. Propulsion resistance could be improved by refining the attachments to their proper forms along a streamline.

As for large-scale purse seine fishing vessels, sonar and transducer of the fish finder which are scattered around the bottom of the vessel are re-equipped altogether within the framework of the hull on keel line. As the result, a certain amount of fuel is reduced.

For long-line tuna fishing vessels, fuel consumption could be reduced by refining each form of the bilge keel, the transducer box of the fish-finder and anode protections on hull and rudder. However, in improving the transducer box of fish-finder, it is necessary to consider the improvement method carefully as there is a possibility of noise occurring in the fish-finder. This is due to the fact that air bubbles which are caused by the waves near the bow could flow into the transducer along the vessel's bottom in the case of improperly improvement.

(3) Energy saving technology by proper replacement of engine

1) Replacement of engines

This is a technology which is expected to be effective for small size coastal fishing vessels.

The replacement from old engines to new ones may be necessary for small size coastal fishing vessels. Improvement in fuel consumption can be expected by replacing from old engines used over 10 years to the new ones. Fuel consumption rate per out power may be improved, however, fuel consumption may increase in case of performance delivery at full capacity owing to the fact that the horse power of new engines is larger than that of old ones in general. There were cases that small size pole-and-line fishing vessels equipped with engines with 600 horsepower were using less than 300 horsepower in order to save fuel, estimating from measuring result of fuel consumption. Using engines of significant power with low load and bad fuel consumption rate for a long time is not only inconvenient in sides, fuel consumption and initial investment for replacement of engines, but it may also lead to the damage of engines due to low load injury. In case of new construction and replacement, selecting proper output engine is the most important thing in energy saving.

3) Perbaikan bentuk pelengkap lambung kapal

Ini adalah teknologi yang efisien untuk kapal penangkap ikan yang beroperasi di laut lepas dan laut dalam. Ada banyak benda di sekitar lambung kapal yang dapat menimbulkan pusaran dan *resistensi*. Benda-benda tersebut adalah tambahan atau pelengkap seperti *skeg* (*skeg* adalah kumpulan dari bagian yang terletak membujur di tengah bagian bawah kapal yang disebut "lunas", yang berbentuk seperti sirip yang mencuat dari lunas, dan melekat sehingga kapal dapat dioperasikan bergerak lurus ke depan), lambung bagian bawah "*bilge keel*" (papan yang melekat pada bagian bawah sisi lambung kapal untuk mengurangi guncangan "*rolling*"), sonar, pengirim sinyal dari *fish finder*, dan juga celah pendorong samping. Fungsi alat pelengkap tersebut relatif lebih besar karena lambung kapal penangkap ikan lebih kecil dibandingkan dengan kapal komersial besar. Tergantung pada jenis perikanannya, peralatan seperti pelindung baling-baling dapat ditambahkan. Resistensi daya dorong dapat ditingkatkan dengan pemasangan alat pelengkap tersebut memanjang sesuai bentuk *streamline*.

Adapun pada kapal penangkap ikan purse seine skala besar, sonar dan transduser *fish finder* yang tersebar di bagian bawah kapal perlu disusun ulang di antara gading lambung pada garis lunas. Sebagai hasilnya, terjadi penurunan konsumsi BBM.

Untuk kapal penangkap ikan tuna long-line, konsumsi BBM dapat dikurangi dengan memperbaiki setiap bentuk *bilge keel*, kotak transduser *fish finder* dan pelindung anoda pada lambung dan kemudi. Namun, sebelum memperbaiki kotak transduser *fish finder*, perlu mempertimbangkan metode perbaikan yang digunakan karena ada kemungkinan terjadi *noise* pada *fish finder* tersebut. Hal ini disebabkan fakta bahwa gelembung udara yang disebabkan oleh gelombang dekat haluan dapat mengalir ke transduser sepanjang bagian bawah kapal jika tidak diperbaiki secara benar.

(3) Teknologi penghematan energi melalui penggantian mesin yang sesuai

1) Penggantian Mesin

Teknologi ini diharapkan dapat efektif pada kapal penangkap ikan kecil perikanan pantai. Penggantian mesin lama dapat dilakukan untuk kapal kecil perikanan pantai. Penurunan konsumsi BBM dapat dilakukan dengan mengganti mesin lama yang telah digunakan lebih dari 10 tahun. Konsumsi BBM rata-rata per satuan daya yang dihasilkan dapat meningkat, namun, konsumsi BBM dapat meningkatkan apabila mesin bekerja berjalan pada kapasitas penuh karena pada kenyataannya bahwa kekuatan (HP) mesin baru pada umumnya lebih besar dari yang lama. Terdapat kasus dimana kapal penangkap ikan *pole-and-line* kecil dengan (kapasitas terpasang) mesin berdaya 600 HP hanya menggunakan daya 300 HP guna menghemat BBM, dan dihitung perkiraan konsumsi BBM-nya. Menggunakan mesin berkekuatan (HP) besar untuk beban rendah dengan rata-rata tingkat konsumsi BBM rendah dalam waktu lama bukan hanya tidak nyaman, konsumsi BBM dan biaya investasi awal penggantian mesin, juga dapat menyebabkan kerusakan mesin akibat rendahnya beban penggunaan. Dalam hal terjadi pembangunan dan penggantian mesin baru, memilih daya output yang tepat adalah hal yang paling penting dalam penghematan energi.

2) Main engine drive of generator and other auxiliary machines

Concerning generator of offshore and deep-sea fishing vessels, it is possible to save energy by driving on the main engine which has better fuel consumption rate compared to auxiliary engine. Transmission efficiency will improve by directly driving auxiliary machines such as refrigerator by main engine and auxiliary engine for that there is no electrical conversion. However, as direct-drive of refrigerator make the system complicated; it has been applied to only small proportion of deep-sea tuna long-line fishing vessels. In case generator is driven by main engine, it is important to keep the frequency constant. There are 2 ways to do so, one is the method of using the main engine in a constant rotation frequency and control the speed merely by controllable pitch propeller (CPP). Another method is to install constant frequency unit between main engine with variable rotation frequency and generator or behind the generator. As for the former method, if the propeller is rotating fast when navigating slow by tuna long-line fishing vessels, propeller efficiency will drop and will lead to increase in fuel consumption. Of the latter, when using constant frequency unit which maintains regular rotating frequency of generator by slipping electronically or mechanically, the transmission efficiency will be reduced, in case the main engine is in high rotative speed. This will lead to the increase in fuel consumption. There are models which ease negative effects by using 2-speed system. Furthermore, as for thyristor inverter system which converts to constant frequency alternating current after commutating variable frequency alternating current, high transmission efficiency can be expected regardless of the number of rotations of main engine. However, it may be difficult to operate parallel with the generator driven by auxiliary engine. It is necessary to take measures against noise for measurement equipment and communication device for the reason that inverters cannot prevent electrical noise to generate.

Energy saving of the drive of main engine is becoming less effective with the gap of fuel consumption between main engine and auxiliary engine shrinking compared to the past, although it depends on the output power of engines. Therefore, it is essential to consider comprehensive cost including reduction of maintenance cost and so forth by the main engine of generator being able to back up the auxiliary engine completely. Therefore, regarding auxiliary machines and the main engine drive, you need to consider the effects with technicians who are familiar with the system.

3) Control of rotating speed of pump and other equipment by inverter

Seawater coolant pumps which are used in main engines and auxiliary engines of offshore and deep-sea fishing vessels are driven at constant speed by three-phase induction motor. On the other hand, while the heat quantity of coolant water and lubrication oil which needs to be cooled may vary depending on the load condition of engines and equipment, in general certain amount of room in addition to the maximum value is selected for the pump capacity, and also provide cooling device with maximum flow. Using variable amount pump which is able to adjust the number of rotations and provide the required coolant water for heat discharge, is an effective power saving measurement.

2) Generator penggerak mesin induk dan mesin bantu lainnya

Terkait generator kapal penangkap ikan laut lepas dan laut dalam, dimungkinkan untuk menghemat energi dengan mengarahkan penggunaan mesin induk yang memiliki tingkat konsumsi BBM yang lebih baik dibandingkan mesin bantu. Efisiensi transmisi akan meningkat dengan cara menjalankan mesin bantu seperti untuk mesin pendingin langsung dari mesin induk dan mesin bantu hanya digunakan untuk keperluan yang tidak ada konversi listrik. Namun, mesin pendingin dengan penggerak-langsung membuat sistem menjadi rumit, hal ini hanya diterapkan pada sebagian kecil kapal penangkap ikan tuna long line laut dalam. Jika generator digerakkan oleh mesin induk, perlu untuk menjaga frekuensi tetap konstan. Ada 2 cara untuk melakukannya, salah satunya adalah metode menggunakan mesin induk dengan frekuensi putaran mesin (RPM) yang konstan dan mengendalikan kecepatan hanya dengan *Controllable Pitch Propeller (CPP)*. Cara lain adalah dengan memasang *constant frequency unit* antara mesin induk dengan *variable rotation frequency* dan generator atau di belakang generator. Pada metode pertama, jika baling-baling berputar cepat ketika berlayar lambat pada kapal penangkap ikan tuna long-line, efisiensi baling-baling akan turun dan akan meningkatkan konsumsi BBM. Untuk metode kedua, saat menggunakan *constant frequency unit* yang mempertahankan frekuensi putaran teratur pada generator secara elektronik atau mekanis, efisiensi transmisi akan berkurang jika mesin induk dalam kecepatan putaran tinggi. Hal ini akan menyebabkan kenaikan konsumsi BBM. Terdapat model yang akan mengurangi efek negatif dengan menggunakan sistem 2 kecepatan. Lebih lanjut, pada *thyristor inverter system* yang mengubah menjadi arus bolak-balik frekuensi konstan setelah merubah frekuensi variabel arus bolak-balik, efisiensi transmisi tinggi dapat terjadi terlepas dari jumlah putaran mesin induk. Namun, mungkin sulit jika dioperasikan bersamaan dengan generator yang digerakkan oleh mesin bantu. Perlu mengambil tindakan terhadap *noise* peralatan ukur dan komunikasi karena *inverter* tidak dapat mencegah timbulnya *electrical noise*. Penghematan energi pada mesin penggerak utama menjadi kurang efektif karena perbedaan antara konsumsi BBM mesin induk dan mesin bantu menyusut dibandingkan dengan sebelumnya, meskipun tergantung pada daya output mesin. Oleh karena itu, penting untuk mempertimbangkan biaya komprehensif termasuk pengurangan biaya pemeliharaan dan sebagainya agar generator mesin induk mampu *mem-back up* mesin bantu sepenuhnya. Oleh karena itu, pada mesin bantu dan mesin penggerak utama, anda perlu mempertimbangkan efeknya dengan teknisi yang paham sistem tersebut.

3) Pengaturan kecepatan putaran pompa dan peralatan lain dengan *inverter*

Pompa pendingin air laut yang digunakan dalam mesin induk dan mesin bantu kapal penangkap ikan laut lepas dan laut dalam digerakkan dengan kecepatan konstan oleh motor induksi fase 3. Di sisi lain, saat jumlah panas dan minyak pelumas yang perlu didinginkan sangat bervariasi tergantung pada kondisi beban mesin dan peralatan, secara umum ditetapkan sejumlah ruang tambahan dari nilai maksimum untuk kapasitas pompa, dan juga menyediakan alat pendingin dengan aliran maksimum. Menggunakan pompa variable yang mampu menyesuaikan putaran mesin dan menyediakan air pendingin yang dibutuhkan untuk melepaskan panas, adalah langkah penghematan daya yang efektif.

In particular, fuel consumption is reduced by methods as follows. It can be reduced by controlling the temperature difference in the doorway for coolant water by making the speed of motor which drives the coolant water pump of main engine adjustable by inverter regardless of the load of main engine. Second method is to control discharge pressure to be constant by making the speed of motor which drives coolant water pump of several auxiliary engines adjustable regardless of the number of operating auxiliary engines. It can be widely-applied by using similar methods such as trying to save energy by adjusting displacement water volume according to the decrease in the number of live bait fish from operations through making it possible to adjust the speed of the pump for warehouse to farm live bait at low temperature used in skipjack pole-and-line fishing,

4) Improvement of power factor using phase advancing condenser

It is a technology which is applicable and effective to both offshore and deep-sea fishing vessels.

The loss of electric power in circuit is reduced to the square of electric current. For that time lag occurs between the changes of voltage and electric current, there will be a huge loss of electric power in case high current flows at low voltage. Therefore, setting a condenser (Phase advancing condenser) which is able to adjust time lag will reduce electric current and will ease loss of electric power. (Improve power factor) However, if the vessel does not have electric power loss from the time of new vessel constructed, setting phase advancing condenser will not have much improvement effect. When introducing the condenser, it is necessary to consult with experts for that proper condenser volume should be selected depending on the vessel and also that proper connection method should be chosen.

(4) Energy saving technology for using fishing gear

1) Low-resistance fishing gear

This is an effective technology for trawl fishing vessels operated in offshore and deep-seas. The output power of the main engine while towing, is proportional to the resistance of fishing gear of trawler using such as trawling nets. Therefore, energy saving effects can be expected by reducing the resistance of the fishing gear. Nets of trawl fishing vessels are generally made of polyester. Using ultra high-strength polyester fiber which is 4 times as strong as the normal fiber in right places of the fishing gear will make the diameter of net twine thinner, and also by enlarging the mesh size of parts which do not have big influence on fishing such as the wing-like attachments, the resistance of the fishing gear could be reduced. This technique has been used in some offshore trawl fishing vessels and the energy saving effects had been confirmed.

For small-sized coastal trawl fishing vessels, it is difficult to use less resistance fishing gear like the ones used in offshore trawl fishing vessels as of this moment, as thinner line is generally used for nets compared to deep-sea and offshore trawl fishing vessels, and it is difficult to find even thinner and proper sized ultra-high-strength fiber. However, alternative ways could be developed to reduce resistance such as enlarging the size of mesh of the parts like the wing-like attachments which do not have much influence on fishing.

2) Operation of hydraulic pump and hydraulic system

Secara khusus, penurunan konsumsi BBM dapat dilakukan dengan metode sebagai berikut. Dapat dilakukan dengan mengatur perbedaan suhu di jalur air pendingin dengan membuat kecepatan motor penggerak pompa air pendingin pada mesin utama dapat disesuaikan dengan *inverter* tanpa memperhatikan beban mesin induk. Metode kedua adalah dengan mengatur tekanan pembuangan tetap konstan dengan membuat kecepatan motor penggerak pompa air pendingin pada beberapa mesin bantu dapat disesuaikan tanpa memperhatikan jumlah mesin bantu yang beroperasi. Hal ini dapat diterapkan secara luas dengan menggunakan metode yang serupa seperti mencoba menghemat energi dengan menyesuaikan volume perpindahan air sesuai dengan pengurangan jumlah ikan umpan hidup dari operasi penangkapan ikan sehingga memungkinkan untuk menyesuaikan kecepatan pompa ruang penyimpanan untuk membudidayakan umpan hidup pada suhu rendah yang digunakan dalam perikanan cakalang *pole-and-line*.

4) Peningkatan faktor daya melalui penggunaan kondensor fase maju

Ini adalah teknologi yang dapat diterapkan dan efektif pada kapal penangkap ikan laut lepas dan laut dalam. Hilangnya daya listrik di sirkuit dikurangi dari kuadrat arus listrik. Selama jeda waktu antara perubahan arus listrik dan tegangan/voltase, akan muncul kerugian besar tenaga listrik jika arus listrik tinggi mengalir pada tegangan rendah. Oleh karena itu, pemasangan kondensor (kondensor fase maju) yang mampu menyesuaikan jeda waktu akan mengurangi arus listrik dan hilangnya daya listrik (meningkatkan faktor daya). Namun, jika kapal tidak mengalami kehilangan daya listrik sejak kapal baru dibangun, pemasangan kondensor fase maju tidak akan berpengaruh banyak. Pada saat memperkenalkan penggunaan kondensor, perlu berkonsultasi dengan para ahli karena pemilihan volume kondensor yang tepat tergantung pada kapal dan pilihan metode koneksi yang tepat.

(4) Teknologi penghemat energi melalui penggunaan alat penangkapan ikan

1) Alat penangkapan ikan yang memiliki *resistensi* rendah

Ini adalah suatu teknologi yang efektif untuk kapal pukat hela/*trawl* yang dioperasikan di laut dalam dan lepas pantai. Daya output dari mesin induk saat *towing*/menghela pukat, sebanding dengan *resistensi* dari alat tangkap yang di gunakan seperti jaring trawl. Oleh karena itu, efek penghematan energi diharapkan pengurangan *resistensi* alat tangkap. Jaring trawl umumnya terbuat dari bahan polyester (PE). Penggunaan serat polyester ultra kekuatan tinggi 4 kali lebih kuat dari serat normal akan membuat diameter benang jaring lebih kecil, dan juga dengan memperbesar ukuran mata jaring (*mesh size*) pada bagian pukat yang tidak berpengaruh besar pada penangkapan ikan seperti seperti bagian sayap, *resistensi* dari alat tangkap dapat dikurangi. Teknik ini telah digunakan pada beberapa kapal penangkap ikan trawl lepas pantai dan terbukti telah diperoleh efek penghematan energi.

Untuk kapal penangkap ikan trawl perairan pantai berukuran kecil, sulit untuk menggunakan alat tangkap dengan *resistensi* kecil seperti yang digunakan pada kapal penangkap ikan trawl lepas pantai saat ini, karena umumnya telah menggunakan ukuran tali yang kecil dibandingkan dengan yang digunakan pada kapal ikan trawl lepas pantai dan laut dalam, dan sulit untuk menemukan serat berkekuatan ultra tinggi yang lebih kecil dengan ukuran yang sesuai.

Namun, dapat pula dikembangkan alternatif mengurangi *resistensi* seperti memperbesar ukuran mata jaring pada bagian seperti sayap yang tidak begitu berpengaruh pada penangkapan ikan.

2) Pengoperasian sistem dan pompa hidrolik

Many fishing vessels including offshore trawl fishing vessels are driven by hydraulic pump which is the source of power of the main engine for the fish catching machines such as the winch. Most of the hydraulic systems use circuit which is a combination of constant-volume motor and constant-volume pump. As pump is driven by the main engine, it discharges certain amount of oil. The winch drum adjusts the flow regulating valve in order to obtain the required rotations and provides the hydraulic motor with the necessary quantity of oil. Although excessive oil bypasses down the system, when oil is flowing inside the pipes, the result is loss of energy. In general, loss of energy can be reduced when pumps are equipped with enough room for the volume of hydraulic motor and lower the discharge volume of pumps by reducing the number of rotations of the main engine. Using constant pressure and variable amount of oil for the hydraulic pump system which only provides necessary quantity of oil for the hydraulic motor, will not result in loss of energy as mentioned above and thus energy could be saved.

(5) Energy saving technology which is available to contemplate the construction of a new fishing vessel

1) High efficiency propulsion system such as contra-rotating propellers

Large-scale purse seine fishing vessels "Nippon-Maru", for example, is equipped with a tandem of propulsion device such as main engine-driven propeller and electric motor-driven propeller in rudder, which are fitted rudder each other. The device is one of the contra-rotating type propeller and propulsion efficiency improved by rear propeller recovering the rotating energy generated by the main engine drive propeller. This system can be used as stern thruster by operating the rudder with electric motor drive propeller while fishing. Establishing a method of using tandem propulsion device during fishing operation and navigation, and also analyzing the maintenance cost of the system, are should be clarified in the future.

2) *Double reduction of main engine*

In fixed-pitch propellers for trawl fishing vessels of which loading depends on whether it is navigating or trawling, and for set net fishing vessels which have huge gap between the ballast or when it is fully loaded, these propellers are so-designed as to avoid the engine from being in a torque rich situation.

Adapting two-stage deceleration system will make it possible to select the number of rotations according to the propulsion resistance of two different situations, such as when it is navigating or when it is trawling (or in case the vessel is fully loaded). In this way, without using expensive controllable pitch propeller, it is possible to drive the vessel efficiently as well as optimize the engine performance without overloading, which will subsequently result in energy saving.

3) Cost saving by using economical oils such as marine fueloil and blended oil

Using marine fuel oil which is cheaper than marine diesel oil (marine fuel oil costs about 80% of marine diesel oil in our country) or using blended oil which is a mix of marine fuel oil and marine diesel oil is expected to save cost. marine fuel oil is made of residue of gasoline, kerosene and light oil refined from crude oil, and it shows large variation in its form due to refinement method and the type of crude oil used. Fuel heater is necessary for that marine fuel oil is high viscosity. Also, as marine fuel oil includes many foreign substances and impurities,

Banyak kapal penangkap ikan, termasuk kapal trawl lepas pantai digerakkan oleh pompa hidrolik yang merupakan sumber daya dari mesin induk untuk menangkap ikan seperti *winch*. Sebagian besar sistem hidrolik menggunakan sirkuit yang merupakan kombinasi dari motor dan pompa bervolume konstan. Karena pompa digerakkan oleh mesin induk, maka mengkonsumsi sejumlah minyak. Drum *winch* menyesuaikan aliran dengan mengatur katup untuk mendapatkan rotasi yang diperlukan dan mengalirkan minyak yang dibutuhkan motor hidrolik. Meskipun minyak berlebihan melewati sistem, ketika minyak mengalir dalam pipa, hasilnya adalah hilangnya energi. Secara umum, hilangnya energi dapat dikurangi dengan memberikan sedikit ruang volume pada pompa untuk motor hidrolik dan menurunkan volume debit pompa dengan mengurangi jumlah putaran mesin induk. Penggunaan tekanan konstan dan jumlah minyak yang bervariasi pada sistem pompa hidrolik yang hanya menyediakan sejumlah minyak yang diperlukan motor hidrolik, tidak akan mengakibatkan hilangnya energi sebagaimana tersebut di atas dan karenanya energi bisa dihemat.

(5) Teknologi penghemat energi yang perlu dipertimbangkan saat pembangunan kapal baru

1) Sistem pendorong ber-efisiensi tinggi seperti *contra-rotating propellers*

Kapal purse seine skala besar seperti “Nippon-Maru” dilengkapi dua penggerak seperti *propeller* yang digerakkan mesin induk dan *propeller* yang digerakkan mesin listrik di bagian kemudi kapal, yang saling melekat. Peralatan ini merupakan salah satu tipe *propeller* putaran lawan arah (*contra-rotating type propeller*) dan efisiensi dorongan ditingkatkan oleh propeler belakang yang memulihkan energi putaran yang dihasilkan oleh *propeller* yang digerakkan mesin induk. Sistem ini dapat digunakan sebagai pendorong belakang kapal dengan mengoperasikan kemudi *propeller* motor listrik saat menangkap ikan. Penyediaan metode dengan peralatan propulsi tandem selama operasi penangkapan dan berlayar, serta menganalisa biaya pemeliharaan sistem, harus diperjelas di masa depan.

2) Pengurangan ganda mesin induk

Pada *fixed-pitch propeller* kapal trawl dimana bebannya tergantung apakah sedang berlayar atau menghela (*trawling*), dan untuk kapal *set net* dimana ada perbedaan besar antara *ballast* (pemberat) atau bermuatan penuh, baling-baling dirancang untuk menghindari mesin dari keadaan putaran penuh. Adaptasi sistem perlambatan dua tahap memungkinkan memilih jumlah putaran sesuai *resistensi*-nya dari dua situasi yang berbeda, seperti saat sedang berlayar atau sedang menarik jaring (atau penuh muatan). Dengan cara ini, tanpa menggunakan CPP yang mahal, dapat menggerakkan kapal secara efisien dan performa mesin optimal tanpa kelebihan beban, yang karenanya menghemat energi.

3) Penghematan biaya dengan memakai BBM murah seperti *marine fuel oil* & BBM campuran

Penggunaan BBM *marine fuel oil* yang lebih murah dibanding *marine diesel oil* (harga *marine fuel oil* sekitar 80% harga *marine diesel oil* di negara kita) atau menggunakan BBM campuran *marine fuel oil* dan *marine diesel oil* diharapkan dapat menghemat biaya.

Marine fuel oil adalah residu bensin, minyak tanah, dan *light oil* yang dimurnikan dari minyak mentah, menunjukkan beragam/variasi bentuk akibat metode pemurnian & jenis minyak mentah yang dipakai.

centrifugal cleaning equipment is necessary in order to get rid of them when using marine fuel oil. This requires a lot of energy and in addition to that, the proportion of Carbon/Hydrogen is high compared to marine diesel oil which increases the carbon-dioxide emission. What is more, it is necessary to consider that hazardous substances such as NOx and sulfur oxide (SOx) in emissions and particle matter may increase.

When starting and stopping the engine and in case of low loading, marine fuel oil should be switched to marine diesel oil. Engine parts including fuel valve are expected to become run down faster than usual. As for domestic vessels, there is a past record of marine fuel oil being used for 500 ton class vessels; however, considering the facility aspect of engine room, this will possibly be introduced to only large scale fishing vessels. Maintenance cost and increase of labor of crew members should be taken into account in order to determine economic efficiency, therefore verification test using large scale fishing vessels is essential. In addition, the route of marine fuel oil acquisition should be considered. (In general, blended oil cannot be acquired in Japan.)

The use of marine fuel oil is introduced as 2-year-plan from 2008 to 2009 of "Project to urgently substantiate the cost-saving technology in fishing vessels" in the project by Fisheries Agency called "Technology development project towards appealing fishing industry".

(6) Energy saving technology to be considered in the future

1) fishing vessels with sail-assisted propulsion

When the prices of fuel rise, the idea of using wind energy by setting the navigating equipment in fishing vessels, that is, a fishing vessel with sail-assisted propulsion, is usually proposed. However, this idea has never become widely-used except for special fishing vessels such as small trawler. Because there are many demerits in using a sail for fishing vessels and those demerits may eliminate the fuel savings gained by using a sail. The demerits could include the fact that simple sail navigating equipment will make it complicated to sail handlings and an automatic sail control system will increase the initial cost. It will also cause problems such as increased maintenance cost, the sail hindering the vision of crew, and narrowing down the working deck space.

An ocean-going long-line tuna fishing vessel equipped with cybernated hard sail was constructed in mid 1980s with the aid of Nippon Foundation, but it is not sure whether such fishing vessel still uses the sail. Domestic vessels which were constructed with the same concept are still operating but the sails have been removed. Nevertheless, for large-scale commercial vessels, equipment which resembles a kite which is called a "kite sail" has been proposed, but this was found to be difficult to introduce to fishing vessels. Depending on both the wind velocity and the wind direction relative to the vessel's course (wind speed and wind direction against to the vessel during operation), the equipment could require more fuel. In addition, it is difficult to get the same speed as the conventional speed by wind energy for high-speed coastal fishing vessels.

Recently, simple rig using soft sail made of cloth was tried to be introduced for ocean going long-line tuna fishing vessels. The reports is discussed on the selection system of most appropriate meteorological course in order to gain the maximum wind energy. However, this concept is still to be introduced in the fishing industry. Utilization of wind energy is an important research project as it is a propulsion device which does not depend on fossil fuel.

Pemanas BBM diperlukan untuk *marine fuel oil* karena memiliki daya lekat tinggi. Juga, karena *marine fuel oil* mengandung zat asing dan kotoran, diperlukan peralatan pembersih sentrifugal untuk menyingkirkan zat asing dan kotoran tersebut. Ini membutuhkan banyak energi dan selain itu, proporsi karbon/hidrogen lebih tinggi dibandingkan dengan *marine diesel oil* yang meningkatkan emisi karbondioksida. Terlebih, perlu mempertimbangkan meningkatnya zat berbahaya seperti NOx dan sulfur oksida (SOx) dan emisi materi partikel.

Ketika memulai dan menghentikan mesin dan saat beban rendah, penggunaan *marine fuel oil* harus dialihkan pada *marine diesel oil*. Bagian-bagian mesin termasuk katup BBM diharapkan dapat berjalan lebih cepat dari biasanya. Untuk kapal domestik, ada catatan masa lalu atas penggunaan *marine fuel oil* pada kapal penangkap ikan berkelas 500 ton; namun mengingat aspek fasilitas ruang mesin, mungkin hanya dapat diperkenalkan pada kapal ikan skala besar. Biaya pemeliharaan dan peningkatan kerja awak kapal harus diperhitungkan untuk menentukan efisiensi ekonomi, sehingga uji verifikasi menggunakan kapal penangkap ikan skala besar sangat penting. Selain itu, jalur perolehan *marine fuel oil* harus dipertimbangkan. (Secara umum, BBM campuran tidak didapatkan di Jepang.)

Penggunaan *marine fuel oil* diperkenalkan dalam rencana 2 tahun 2008-2009 dari "Proyek untuk memperkuat teknologi hemat biaya pada kapal penangkap ikan" di bawah proyek Agen Perikanan disebut "Proyek pengembangan teknologi menuju industri perikanan yang menjanjikan".

(6) Teknologi penghemat energi masa yang perlu dipertimbangkan di masa mendatang

1) Kapal penangkap ikan yang didukung oleh layar sebagai daya dorong

Ketika harga BBM naik, ide penggunaan tenaga angin dengan memasang peralatan layar, yaitu kapal penangkap ikan dipasang layar sebagai tenaga pendorong, biasanya disarankan. Bagaimanapun ide ini tidak pernah diterima secara luas kecuali pada kapal khusus seperti *trawl* kecil. Karena banyak kekurangan dalam penggunaan layar dan hal ini dapat mengurangi penghematan BBM. Kekurangan meliputi peralatan layar sederhana dapat menyulitkan penanganan layar dan sistem kontrol layar otomatis akan meningkatkan biaya awal. Hal ini juga menimbulkan masalah seperti meningkatnya biaya pemeliharaan, layar menghambat penglihatan ABK, dan mempersempit ruang kerja.

Kapal penangkap ikan tuna *long-line* laut lepas yang dilengkapi layar keras *cybermated* dibangun pada pertengahan 1980-an dengan bantuan Nippon Foundation, tapi tidak yakin apakah kapal tersebut masih menggunakan layar. Kapal domestik yang dibangun dengan konsep sama masih beroperasi namun penggunaan layar telah dihilangkan. Namun, untuk kapal komersial skala besar, peralatan yang menyerupai layang-layang disebut "*kite sail*" telah diusulkan, tapi ternyata sulit untuk diterapkan pada kapal penangkap ikan. Tergantung kecepatan dan arah angin terhadap arah kapal (selama operasi), bisa jadi peralatan memerlukan lebih banyak BBM. Selain itu, sulit untuk mendapatkan kecepatan seperti biasanya jika menggunakan tenaga angin untuk kapal ikan pantai kecepatan tinggi.

Baru-baru ini, *rig* sederhana menggunakan layar dari kain lembut diperkenalkan pada kapal tuna *long-line* laut lepas. Lapornya membahas sistem pemilihan arah yang tepat untuk mendapatkan energi angin maksimum. Namun, konsep ini baru akan diperkenalkan pada industri perikanan. Pemanfaatan tenaga angin adalah proyek penelitian penting karena tidak tergantung bahan bakar fosil.

2) Wind generation and solar power generation

The use of natural energy such as wind electricity and solar power is now drawing much attention. Utilizing wind energy as new source of energy for fishing vessels include not only using wind energy as a power source for the rig but also for charging battery using the electricity generated by installing a windmill in fishing vessels. This is then used as navigation device, fish catching device, onboard pumpss and drive-power of continuous current device such as the rig device. In installing solar battery in fishing vessels, the best location would be on the bridge of existing vessels. However in most cases, navigational devices are already on the bridge and making room for things like a windmill would be an issue to consider.

3) Biodiesel Fuel

Biodiesel fuel (BDF) which is a general term for fuel used for diesel engine, is a biomass energy made from biological oil. Based on the idea of carbon neutral, the carbon dioxide generated by burning BDF, is not counted as global greenhouse gas emission and thus, is considered to be an environment-friendly fuel. In Japan, vegetable fat and oil such as waste oil of households and commercial tempura oil after getting rid of foreign substances and moisture is used mainly as the basic ingredients. BDF is produced fatty acid methyl ester and after the reaction with methanol, which is completely free of catalyzer and glycerin as by-product during the production process. Whether mixed with light oil or 100% BDF, the fuel is used for diesel engine and as alternative fuel to light oil. However, there are concerns that need to be taken into consideration when using BDF. First, fuel consumption is not as good since the amount of heat generated is 10% lower compared to light oil. Second, rubber packing and rubber hose may swell as the dissolving power is strong. Third, when changing from light oil to BDF, clogging may happen in filters due to the peeling of grime inside pipes and fuel tank. Although BDF is a good quality fuel which is similar to light oil, it is necessary to ensure the stable supply and production cost for its sustainability.

III. Actual energy consumption and the estimate of energy consumption reduction effect by type of fishing method

1. Actual energy consumption and expected energy saving effect

The total expected energy saving effect for main type of fishing vessels is estimated by applying the energy saving measures described above and the measures described in chapter IV(setting reasonable temperature for cold storage in fish hold) and V(energy saving technology utilizing LED light). Fuel consumption of the main engine and auxiliary engine was estimated separately for each operational status (navigating, operating and anchorage) of the fishing vessels after which the data on actual operation condition and the condition of fuel consumption were obtained. The total expected energy saving effect is examined for 9 fishing vessels which the reliable data on the amount of fuel consumption and operational status were obtained, shown as follows;

- (1) deep-sea tuna long-line fishing vessel (Freeze)
- (2) coastal tuna long-line fishing vessel (Fresh)
- (3) deep-sea skipjack fishing vessel
- (4) offshore trawl fishing vessel

2) Pembangkit tenaga angin dan surya

Penggunaan energi alam seperti angin dan tenaga surya kini menarik perhatian. Memanfaatkan tenaga angin sebagai sumber energi baru kapal penangkap ikan tidak hanya meliputi penggunaannya sebagai sumber daya untuk *rig* tetapi juga untuk mengisi baterai menggunakan listrik yang dihasilkan oleh kincir angin yang dipasang pada kapal ikan. Hal ini kemudian digunakan sebagai alat pelayaran, perangkat penangkap ikan, pompa di atas kapal dan daya dorong perangkat arus berkelanjutan (*continuous current device*) seperti peralatan “*rig*”. Lokasi terbaik pemasangan baterai tenaga surya di kapal penangkap ikan adalah pada ruang kemudi kapal. Namun dalam banyak kasus, perangkat navigasi sudah ditempatkan di ruang kemudi dan membuat ruang baru untuk menempatkan peralatan lainnya seperti kincir angin menjadi hal yang harus dipertimbangkan.

3) Bahan Bakar Biodiesel

Bahan bakar biodiesel (BDF) merupakan istilah umum bahan bakar yang digunakan untuk mesin diesel, adalah energi biomassa yang terbuat dari minyak hayati. Berdasarkan gagasan karbon netral, karbon dioksida yang dihasilkan oleh pembakaran BDF, tidak termasuk emisi gas rumah kaca global dan karenanya, dianggap bahan bakar ramah lingkungan. Di Jepang, lemak nabati dan minyak seperti minyak limbah rumah tangga dan minyak tempura komersial setelah menyingkirkan zat asing dan kelembaban digunakan terutama sebagai bahan dasar. BDF adalah produksi asam lemak methyl ester yang setelah bereaksi dengan metanol, benar-benar terbebas dari katalis dan gliserin yang merupakan produk sampingan selama proses produksi. Apakah dicampur dengan *light oil* atau bahan bakar biodiesel 100%, bahan bakar tersebut digunakan untuk mesin diesel dan sebagai bahan bakar alternatif pengganti *light oil*. Namun, ada hal-hal yang perlu dipertimbangkan ketika menggunakan BDF. Pertama, tingkat konsumsi bahan bakar tidak sebaik ketika menggunakan *light oil* karena jumlah panas yang dihasilkan 10% lebih rendah. Kedua, karet pengepakan dan selang karet mungkin akan membengkak akibat kuatnya daya larut. Ketiga beralih dari *light oil* menjadi BDF, penyumbatan bisa terjadi di filter karena pengelupasan kotoran di dalam pipa dan tangki BBM. Meskipun BDF merupakan bahan bakar berkualitas baik yang mirip dengan *light oil*, diperlukan jaminan pasokan yang stabil dan biaya produksi untuk keberlanjutannya.

III. Konsumsi energi aktual dan estimasi efek pengurangan konsumsi energi berdasarkan jenis teknik penangkapan ikan

1. Konsumsi energi aktual dan efek penghematan energi yang diharapkan

Total efek penghematan energi yang diharapkan untuk jenis kapal penangkap ikan utama diperkirakan dengan menerapkan langkah-langkah penghematan energi sebagaimana yang telah dijelaskan di atas dan dalam bab IV (pengaturan suhu yang tepat untuk ruang penyimpanan dingin ikan) dan bab V (teknologi penghemat energi dengan memanfaatkan lampu LED). Konsumsi BBM mesin induk dan mesin bantu dihitung secara terpisah untuk masing-masing status operasional kapal penangkap ikan (berlayar, operasi dan berlabuh), setelah data pada kondisi operasi aktual dan kondisi konsumsi BBM diperoleh. Total perkiraan efek penghematan energi dihitung pada 9 buah kapal penangkap ikan yang telah memiliki data jumlah konsumsi BBM dan status operasional, ditampilkan sebagai berikut;

- (1) Kapal penangkap ikan tuna long-line laut dalam (beku)
- (2) Kapal penangkap ikan tuna long-line pantai (segar)
- (3) Kapal penangkap ikan cakalang laut dalam
- (4) Kapal trawl lepas pantai

- (5) small-sized squid fishing vessel

These vessels are operated as chartered vessels or have been used as chartered vessels in the past of which the data obtained by FRA

- (7) small-sized pole-and-line fishing vessel

- (8) small-sized trawl fishing vessel

The amount of fuel consumption is measured with a fuel flow meter for these vessels.

(9) large-scale saury square net fishing vessel which were used in the energy saving demonstration project conducted by the Fisheries Agency.

The trial calculation results of energy saving effect for each fishing vessel are shown below. It is noted that the energy saving ratio is an approximate maximum value estimated by applying all possible energy saving measures described in chapter II, IV and V. It is most important to recognize that the energy saving ratio may vary greatly from vessel to vessel and fishery to fishery, depending on the size, the hull form and also operation mode of fishing vessels, etc.. The fuel saving ratio may be also different whichever energy saving measures may have already been taken for the vessel or not. Therefore the results of examples shown below could be used as a reference.

(1) 489-ton class deep-sea tuna long-line fishing vessels (Freeze)

The total fuel consumption was recorded at 849 kl comprising fuel consumption of the main engine (503 kl) and that of the auxiliary engine (346 kl) in one sailing which lasted for 291 days (refer to document 1). However, after all the possible energy saving measures had been conducted, the amount of fuel consumption was estimated at 615 kl indicating an energy saving rate of 28%. For deep-sea tuna long-line fishing vessels which sail for long period of time, it is effective on one hand, to navigate slowly. On the other hand, it is also important to consider that slowing down the speed would increase the amount of fuel consumption of the auxiliary engine since the number of days required for navigating will also increase. It is therefore necessary to decelerate the navigating speed within a range that does not influence the total number of days for fishing operations. Furthermore, the effect could also be expected from improvements in the appendages of the hull, form of the bow and engine parts if there are still rooms for improvement for such parts.

(2) 149-ton class coastal tuna long-line fishing vessels (Fresh)

The total fuel consumption was 325 kl which includes the fuel consumption of the main engine at 233 kl and that of the auxiliary engine at 92 kl for 6 sails that lasted 209 days (refer to document 2). After all the possible energy saving measures had been conducted, the amount of fuel consumption was estimated at 231 kl showing an energy saving rate of 29%.

Decelerating the navigation speed is effective for coastal tuna long-line fishing which requires many sails. It is important to consider that slowing down the speed will increase the amount of fuel consumption of the auxiliary engine because the days required for navigating will also increase. It is therefore necessary to decelerate the navigating speed within the range which would not influence the number of days for fishing operation. Furthermore, the effect can be expected by improving the appendages of the hull, form of the bow

(5) Kapal cumi skala kecil

Kapal-kapal ini sedang dan telah dioperasikan sebagai kapal sewaan pada masa lalu dimana FRA memperoleh data.

(7) Kapal *pole-and-line* skala kecil

(8) Kapal *trawl* skala kecil

Jumlah konsumsi BBM diukur dengan alat ukur aliran bahan bakar kapal.

(9) Kapal jaring persegi untuk menangkap teri skala besar yang digunakan dalam proyek demonstrasi penghematan energi yang dilaksanakan oleh Agensi Perikanan.

Hasil perhitungan percobaan efek penghematan energi atas masing-masing kapal penangkap ikan ditunjukkan pada tabel di bawah ini. Perlu dicatat bahwa rasio penghematan energi adalah nilai maksimum rata-rata yang diperkirakan dengan menerapkan seluruh langkah penghematan energi yang disebutkan pada Bab II, IV dan V. Penting untuk mengenali bahwa rasio penghematan energi berbeda dari jenis kapal dan jenis perikanannya, tergantung pada ukuran, bentuk lambung kapal, dan juga metode operasi penangkapannya, dll. Rasio penghematan energi juga berbeda-beda tergantung apakah upaya penghematan energi telah diberlakukan pada kapal tersebut atau belum. Oleh karena itu, contoh hasil yang ditunjukkan di bawah ini dapat dijadikan acuan:

(1) Kapal perikanan tuna long line laut dalam kelas 489 ton (beku)

Total konsumsi BBM tercatat 849 kl terdiri dari konsumsi BBM mesin induk (503 kl) dan mesin bantu (346 kl) dalam satu kali trip selama 291 hari (mengacu pada dokumen 1). Namun demikian, setelah semua langkah penghematan energi yang mungkin diterapkan, total konsumsi energi diperkirakan sebesar 615 kl mengindikasikan tingkat penghematan energi sebesar 28%. Bagi kapal penangkap ikan tuna *long-line* laut dalam yang beroperasi dalam waktu lama, pada satu sisi efektif untuk berlayar secara perlahan. Di sisi lain, penting untuk mempertimbangkan bahwa penurunan kecepatan akan meningkatkan konsumsi BBM mesin bantu karena jumlah hari yang dibutuhkan untuk berlayar juga bertambah. Oleh karena itu, penting untuk memperlambat kecepatan dalam batas yang tidak mempengaruhi jumlah hari penangkapan. Lebih lanjut, penghematan energi juga dapat diharapkan melalui perbaikan pelengkap lambung kapal, bentuk haluan dan bagian-bagian mesin kapal jika masih memungkinkan dilakukan perbaikan.

(2) Kapal penangkap ikan tuna long-line kelas 149 ton (segar)

Total konsumsi BBM sebesar 325 kl terdiri dari 233 kl untuk mesin induk, dan 92 kl untuk mesin bantu untuk 6 x trip selama 209 hari (mengacu pada dokumen 2). Setelah melakukan langkah-langkah penghematan energi, jumlah konsumsi BBM diperkirakan sebesar 231 kl yang menunjukkan tingkat penghematan energi sebesar 29%.

Penurunan kecepatan efektif bagi kapal tuna *long-line* perairan pantai yang membutuhkan banyak tirp. Penting untuk mempertimbangkan bahwa menurunkan kecepatan akan menaikkan konsumsi BBM mesin bantu karena bertambahnya hari operasi. Oleh karena itu, penting untuk memperlambat kecepatan dalam batas yang tidak mempengaruhi jumlah hari operasi. Lebih lanjut, penghematan

and engine parts if there are still rooms for improvement of such parts.

(3) 499-ton class deep-sea skipjack fishing vessels (Freeze)

Total fuel consumption was 853 kl: fuel consumption of main engine 507 kl and that of auxiliary engine 345 kl for 4 sails lasting 250 days (refer to document 3). Assuming all possible energy saving measures had been conducted, the amount of fuel consumption would be estimated at 654 kl and an energy saving rate of 23%.

Decelerating the navigation speed is effective for deep-sea skipjack fishing vessels navigating for a long period of time. However, it is important to consider that slowing down the speed will increase the amount of fuel consumption of the auxiliary engine since the number of days required for navigating will also increase. It is therefore, necessary to decelerate the navigation speed within the range that would not influence the total number of days for the fishery. Furthermore, the effect can also be expected by improving the appendages of the hull, form of the bow and engine parts where improvements of the parts are still possible.

(4) 349-ton class large-scale purse seine fishing vessels

Total fuel consumption was 1,756 kl, comprising fuel consumption of the main engine at 1,112 kl and that of 3 auxiliary engines 644 kl for 5 sails lasting 258 days (refer to document 4). Assuming all possible energy saving measures had been conducted, the amount of fuel consumption would be estimated at 1,497 kl and an energy saving rate of 15%.

Decelerating the navigation speed is effective for large-scale purse seine fishing vessels which navigate for long period of time. However, it is important to consider that slowing down the speed will increase the amount of fuel consumption of the auxiliary engine because the number days required for navigation will also increase. It is therefore, necessary to decelerate the navigating speed within the range that will not influence the number of days for the fishery. Furthermore, the effect can be expected by improving the appendages of the hull, form of the bow and engine parts that could still be improved.

(5) 60-ton class offshore pair trawl fishing vessels

The total fuel consumption was 394 kl, of which the fuel consumption of 2 main engines is 341 kl and that of the auxiliary engine is 53 kl for 29 sails lasting 136 days (refer to document 5). When all possible energy saving measures had been conducted, the amount of fuel consumption would be estimated at 257 kl indicating an energy saving rate of 35%. For trawl fishing vessels, using low-resistance fishing gear is effective. However, it should be considered that trawling with the fuel handle of the engine in the same position as with the conventional fishing gear will make the vessel navigate faster and eventually the energy saving effect will be less. Furthermore, the effect can be expected by improving the appendages of the hull, form of the bow and engine parts that could still be improved.

(6) 133-ton class saury square net fishing vessel (only for the operation of saury fishing)

The total fuel consumption was 324 kl of which the fuel consumption of the main engine is 192 kl and that of the auxiliary engine is 132 kl for 103 sails lasting 136 days (refer to document 6). After all possible energy saving measures had been conducted, the amount of fuel consumption would be estimated at 195 kl and an energy saving rate of 40%. In saury square net fishing, using LED fishing light is a good way of saving energy. Changing from

energi juga dapat diharapkan melalui perbaikan pelengkap lambung kapal, bentuk haluan dan bagian-bagian mesin kapal jika masih memungkinkan dilakukan perbaikan.

(3) Kapal penangkap ikan cakalang laut dalam kelas 499 ton (beku)

Total konsumsi BBM sebesar 853 kl dengan rincian 507 kl merupakan konsumsi BBM mesin induk dan 345 kl mesin bantu untuk 4 kali trip selama 250 hari (lihat dokumen 3). Dengan asumsi semua langkah penghematan telah dilakukan, konsumsi BBM diperkirakan sebesar 654 kl dan tingkat penghematan energi sebesar 23%.

Memperlambat kecepatan efektif bagi kapal penangkap ikan cakalang laut dalam untuk jangka waktu lama. Namun, penting untuk dipertimbangkan bahwa memperlambat kecepatan akan meningkatkan konsumsi BBM mesin bantu karena jumlah hari operasi juga bertambah. Oleh karena itu, perlu untuk memperlambat kecepatan dalam kisaran yang tidak mempengaruhi jumlah hari penangkapan. Selain itu, efek penghematan diharapkan dapat dicapai dengan melakukan perbaikan pada pelengkap lambung kapal, bentuk haluan kapal, dan bagian-bagian mesin kapal yang masih perlu perbaikan.

(4) Kapal penangkap ikan purse seine skala besar kelas 349 ton

Total konsumsi BBM adalah 1.756 kl, terdiri dari konsumsi BBM mesin induk sebesar 1.112 kl dan 3 mesin bantu sebesar 644 kl untuk 5 kali trip selama 258 hari (lihat dokumen 4). Dengan asumsi semua langkah-langkah penghematan telah dilakukan, konsumsi BBM diperkirakan sebesar 1.497 kl dan tingkat penghematan energi sebesar 15%.

Menurunkan kecepatan efektif untuk kapal purse seine skala besar yang berlayar dalam jangka waktu lama. Namun, penting untuk dipertimbangkan bahwa memperlambat kecepatan akan meningkatkan konsumsi BBM mesin bantu karena hari operasi juga akan bertambah. Oleh karena itu, perlu mengurangi kecepatan dalam rentang yang tidak berpengaruh pada jumlah hari penangkapan. Selain itu, efek penghematan dapat diharapkan dengan meningkatkan pelengkap lambung kapal, bentuk haluan kapal dan bagian-bagian mesin kapal yang masih perlu perbaikan.

(5) Kapal penangkap ikan pukat hela 2 kapal (*pair trawls*) lepas pantai kelas 60 ton

Konsumsi total BBM adalah 394 kl, dimana konsumsi BBM 2 mesin induk sebesar 341 kl dan mesin bantu sebesar 53 kl untuk 29 kali trip selama 136 hari (lihat dokumen 5). Ketika semua langkah penghematan energi telah dilakukan, konsumsi BBM diperkirakan 257 kl menunjukkan tingkat penghematan energi sebesar 35%. Untuk kapal pukat hela (*trawl*), menggunakan alat penangkapan ikan yang memiliki *resistensi* rendah adalah efektif. Namun, harus dipertimbangkan bahwa trawl dengan pegangan BBM mesin dalam posisi yang sama seperti pada alat tangkap konvensional akan membuat kapal berlayar lebih cepat dan akhirnya efek penghematan energi akan berkurang. Lebih lanjut, efek penghematan diharapkan dapat diperoleh dengan meningkatkan pelengkap lambung kapal, haluan kapal dan bagian-bagian mesin yang masih dapat diperbaiki.

(6) Kapal jaring persegi untuk teri kelas 133 ton (hanya untuk penangkapan teri)

Konsumsi total BBM sebesar 324 kl, dengan rincian konsumsi BBM mesin induk sebesar 192 kl dan mesin bantu sebesar 132 kl untuk 103 kali trip berlangsung selama 136 hari (lihat dokumen 6). Setelah semua langkah penghematan dilakukan, jumlah konsumsi BBM diperkirakan sebesar 195 kl

incandescent lamp and metal halide lamp for a total of 628 kW to LED fishing light 86 kW, with the electricity on board remains at the same amount, about 71% of energy is expected to be saved during the fishing operation. Certain amount of effect can be expected by improving the appendages of the hull, form of the bow and engine parts in case the navigation speed can be decelerated or in case there is room for improving such parts.

(7) 14-ton class small-sized squid fishing vessels

The fuel consumption of the main engine was 85 kl for the total annual operation of 3,144 hours (refer to document 7). Assuming that all the possible energy saving measures had been conducted, the amount of fuel consumption would be estimated at 59 kl indicating an energy saving rate of 31%. In squid fishing, using LED fishing light is a good means of saving energy. Changing the metal halide lamp of 628 kW to LED fishing light of 45 kW and metal halide lamp of 45 kW, and with the electricity on board remains the same amount, about 34% of energy is expected to be saved during the operation.

(8) 7-ton class small-sized pole-and-line fishing vessels

Fuel consumption of the main engine is 32 kl for the annual operation of 1,674 hours (refer to document 8). Assuming all the possible energy saving measures had been conducted, the amount of fuel consumption would be estimated at 26 kl and an energy saving rate of 20%. The load factor during inward voyage could be up to about 50% and it would be necessary to decrease the engine power when the old engine is replaced with a new one. This implies that the effect of energy saving is big if the engine is replaced by another one with proper power.

(9) 9.9-ton class small-sized trawl fishing vessels

The fuel consumption of the main engine is 65 kl for the annual operation of 2,395 hours (refer to document 9). Assuming all the possible energy saving measures had been conducted, the amount of fuel consumption would be estimated at 61 kl and energy saving rate is 7%. Decelerating the speed during operation is not an effective way to save energy for small-sized trawl fishing vessels as the fishing grounds are close. Reviewing the composition of the fishing gear to reduce the resistance to the extent possible, could save energy during the operation. As for small-sized coastal fishing vessels, 5%-10% of energy saving can be expected by replacing the engine which had been used for a long time to a new one, this approach may not be profitable if the sole goal is energy saving.

2. Evaluation of existing energy saving technology and the challenges for the future

The abovementioned cases show the estimated energy saving effect and the actual consumption condition by size and type of fishing vessels. As the results, it is clear that the operational measures such as the slowing down the speed could be most effective means of saving energy. In addition, it is important to note that operational measures will required no any new equipment or more cost, that is, cost-free. However, it is possible that people onsite are not aware of the fact and such measures have been implemented. In the future, it is necessary to actively promote such measures to the fishing industry onsite through meetings and consultations with stake holders.

Nevertheless, it should also be understood that the necessary cost of energy saving technology concerning fishing method, fishing gear, and remodeling of engine and hull may vary greatly depending on the specifications of fishing vessels, and the expected effect which will also vary greatly depending on each vessel and the type of fishery. As the

dan tingkat penghematan energi sebesar 40%. Pada penangkapan dengan jaring persegi untuk teri, penggunaan lampu LED adalah cara yang baik untuk menghemat energi. Penggantian lampu pijar dan lampu *metal halide* berdaya total 628 KW dengan lampu LED sebesar 86 KW, dengan daya listrik di atas kapal tetap, sekitar 71% energi dihemat selama operasi penangkapan. Sejumlah efek tertentu diharapkan dapat terjadi dengan memperbaiki pelengkap lambung kapal, bentuk bagian haluan dan bagian-bagian mesin jika kecepatan dapat dikurangi atau masih memungkinkan dilakukan perbaikan.

(7) Kapal cumi skala kecil kelas 14 ton

Konsumsi BBM mesin induk sebesar 85 kl untuk total pengoperasian per tahun 3.144 jam (merujuk pada dokumen 7). Dengan asumsi bahwa semua langkah penghematan telah dilakukan, konsumsi BBM diperkirakan sebesar 59 kl mengindikasikan tingkat penghematan sebesar 31%. Pada perikanan cumi, penangkapan menggunakan lampu LED merupakan cara yang baik untuk menghemat energi. Penggantian lampu *metal halide* 628 kW dengan lampu LED 45 kW dan lampu *metal halide* 45 kW, dengan daya listrik di atas kapal tetap, sekitar 34% energi diharapkan dapat dihemat selama operasi.

(8) Kapal *pole-and-line* skala kecil kelas 7 ton

Konsumsi BBM mesin induk adalah 32 kl untuk operasi tahunan selama 1.674 jam (merujuk pada dokumen 8). Dengan asumsi semua langkah penghematan telah dilakukan, konsumsi BBM diperkirakan 26 kl dan tingkat penghematan energi sebesar 20%. Faktor muatan/beban selama dalam perjalanan dapat mencapai sekitar 50%, dan perlu untuk mengurangi kekuatan mesin jika ada penggantian mesin lama dengan mesin baru. Artinya pengaruh penghematan energi akan besar jika mesin yang ada diganti dengan mesin lain dengan daya yang sesuai.

(9) Kapal pukat hela (*trawl*) skala kecil kelas 9,9 ton

Konsumsi BBM mesin induk adalah 65 kl untuk operasi tahunan selama 2.395 jam (merujuk pada dokumen 9). Dengan asumsi semua langkah penghematan telah dilakukan, konsumsi BBM diperkirakan 61 kl dan tingkat penghematan energi sebesar 7%. Penurunan kecepatan selama operasi bukan merupakan cara yang efektif untuk menghemat energi pada kapal *trawl* berukuran kecil karena dekatnya daerah penangkapan ikan. Melihat komposisi (kontribusi) alat penangkapan ikan untuk mengurangi *resistensi* semaksimal mungkin, dapat menghemat energi selama operasi. Adapun untuk kapal penangkap ikan perairan pantai skala kecil, penghematan energi sebesar 5%-10% diharapkan tercapai melalui penggantian mesin lama dengan mesin baru, pendekatan ini mungkin tidak menguntungkan jika tujuan satu-satunya adalah penghematan energi.

2. Evaluasi teknologi penghematan energi yang ada saat ini dan tantangannya ke depan

Kasus-kasus tersebut di atas menunjukkan perkiraan efek penghematan energi dan kondisi konsumsi aktual berdasarkan ukuran dan jenis kapal penangkap ikan. Sebagai hasilnya, terlihat jelas bahwa langkah-langkah operasional seperti menurunkan kecepatan merupakan cara yang paling efektif untuk menghemat energi. Sebagai tambahan, perlu dicatat bahwa langkah-langkah operasional tidak membutuhkan peralatan baru atau biaya tambahan alias bebas biaya. Namun, orang mungkin tidak menyadari bahwa langkah tersebut telah diterapkan. Ke depan, perlu memperkenalkan secara aktif

price of fuel oil continues to fluctuate, it would be difficult to uniformly estimate the cost-benefit performance of introducing energy saving technology, making it also difficult to extend and apply the technology. In the future, it would be necessary to work towards compiling more cases through the research conducted by FRA and projects implemented by the Fisheries Agency. Moreover, it would also be necessary to draft a guideline on how to determine the cost-benefit performance and the suitability among the different technologies based on the results of the case studies. Moreover, most of the existing technologies that have been compiled are applicable to fishing vessels operating in offshore and in the deep-seas, but such measures are not adequate for small-sized coastal fishing vessels except for the operational software aspect. Urgent consideration concerning countermeasures for small-sized coastal fishing vessels is therefore necessary in the future. Basically, it would be more efficient to search fish through group operations and also utilizing satellite information as well as shortening the navigation time and distance in order to reduce the energy consumption per fish catch. Forming small groups of fishing vessels to do purse seine fishing would also be important. This issue should be addressed in a comprehensive manner not only in terms of saving energy and saving on costs but also in improving the safety, working environment of crews and profitability in order to change the structure of capture fisheries.

Furthermore, in order to introduce specific energy saving technology, fisheries engineering (bridging the gap between fishermen and experts on research and development) and respective technical instructions and advice are necessary. Therefore, in addition to the suggested meetings in the fishing communities onsite as mentioned earlier, there is a need for concerned research institutes, administrative departments, shipyards, fishing gear manufacturers, and fishing organizations enhance cooperation and establish a framework to support fisheries engineering including the development of human resources.

IV. Setting proper temperature for cold storage in fishery warehouse

In fishery industry, especially in fishery product processing industry, cold storage is important in order to manage hygiene control of fishery products, maintain freshness, control quality, keep the high quality of products and keep it high value-added. It has been considered that the lower the storage temperature is, the more effective it is to keep the quality high. However, keeping the temperature low consumes a lot of energy and this also increases the burden for the people who are involved with the process of production to processing and marketing. Frozen tuna in particular is treated completely different from other frozen fish as it is considered an extremely product. Immediately after being caught, tuna are rapidly frozen (-55 degrees) and the temperature of storage of products is extremely low (under -50 degrees) as well, therefore a great deal of energy is consumed in the fishery warehouse on the vessel and in onshore facilities. It is necessary to understand accurately the relation between the storage temperature of fishery products and quality preservation and reconsider proper storage temperature of fishery products in order to promote energy saving.

1. Refrigerant gas of refrigerating appliance

Domestic supplied amount of sashimi tuna in 2006 was 408,000 tons and among them, frozen products accounted

langkah-langkah tersebut pada industri perikanan melalui pertemuan dan konsultasi dengan *stakeholders*.

Namun, harus dipahami bahwa biaya untuk teknologi penghemat energi terkait metode penangkapan ikan, alat penangkapan ikan, dan remodeling mesin dan lambung kapal bervariasi tergantung spesifikasi kapal penangkap ikan, dan efek yang diharapkan juga sangat bervariasi tergantung kapal dan jenis perikanannya. Karena harga BBM terus berfluktuasi, maka akan sulit menyeragamkan perkiraan *cost-benefit* dalam memperkenalkan teknologi penghemat energi, sehingga sulit untuk menyebarkan dan menerapkannya. Di masa depan, perlu usaha lebih banyak lagi untuk menghimpun kasus melalui penelitian oleh FRA dan proyek oleh Agensi Perikanan. Selain itu, perlu penyusunan panduan tentang cara menentukan penilaian *cost-benefit* dan kesesuaian antara teknologi yang berbeda berdasarkan hasil studi kasus. Terlebih, sebagian besar teknologi yang ada dan terkompilasi (hanya) dapat diterapkan untuk kapal nelayan di lepas pantai dan laut dalam, tidak sesuai untuk kapal perikanan perairan pantai skala kecil kecuali pada aspek operasional perangkat lunak. Karenanya, mendesak untuk memikirkan langkah penanggulangan bagi kapal perairan pantai skala kecil di masa mendatang. Pada dasarnya, akan lebih efisien mencari ikan melalui operasi berkelompok dan juga memanfaatkan informasi satelit serta memperpendek jarak dan waktu berlayar untuk mengurangi konsumsi energi per tangkapan ikan. Membentuk kelompok-kelompok kecil kapal perikanan untuk melakukan penangkapan dengan purse seine juga menjadi hal penting. Masalah ini harus ditangani secara komprehensif tidak hanya dalam hal penghematan energi dan biaya tetapi juga peningkatan keselamatan, lingkungan kerja ABK dan keuntungan untuk mengubah struktur perikanan tangkap.

Selanjutnya, dalam rangka memperkenalkan teknologi khusus penghemat energi, dibutuhkan perekayasa perikanan (menjembatani jurang antara nelayan dan ahli/ litbang), bimbingan dan saran teknis. Oleh karena itu, selain pertemuan dengan komunitas perikanan sebagaimana disebutkan sebelumnya, ada kebutuhan bagi lembaga penelitian, bagian administrasi, galangan kapal, produsen alat penangkapan, dan organisasi perikanan terkait untuk meningkatkan kerja sama dan membentuk suatu rencana kerja untuk mendukung perekayasa perikanan termasuk pengembangan SDM.

IV. Penentuan suhu yang tepat bagi ruang penyimpanan dingin ikan

Dalam industri perikanan, khususnya pengolahan produk, ruang pendingin sangat penting untuk mengendalikan higienitas produk perikanan, mempertahankan kesegaran, mengawasi kualitas, meningkatkan produk kualitas prima dan memiliki nilai tambah. Semakin rendah suhu ruang pendingin, semakin efektif menjaga kualitas. Namun mempertahankan suhu tetap rendah akan membutuhkan banyak energi dan memberatkan pihak yang terlibat dalam proses produksi, pengolahan dan pemasaran. Tuna beku khususnya diperlakukan berbeda dengan ikan beku lainnya, karena dianggap produk istimewa. Segera setelah ditangkap, tuna dibekukan dengan cepat (-55 derajat) dan disimpan dalam suhu sangat rendah (di bawah -50 derajat), karenanya banyak energi yang dibutuhkan dalam ruang penyimpanan di atas kapal dan fasilitas di darat. Sangat penting memahami secara akurat hubungan antara suhu penyimpanan produk perikanan dan kualitas pengawetan dan mempertimbangkan kembali suhu penyimpanan produk perikanan yang tepat untuk menghemat energi.

1. Gas pendingin pada alat pendingin

Suplai domestik untuk tuna sashimi tahun 2006 sebesar 408.000 ton dan di antaranya, produk beku

for 291,000 ton. (Domestic: 123,00 tons, Imported: 168,000 tons) (2006; Distribution Statistics of fishery products/ Japan Trade Statistics). Extreme low temperature storage of Tunas was supported by designated chlorofluorocarbon (R22) which was used as refrigerant gas of refrigerating appliance. However, regulation for chlorofluorocarbon (R22) has started according to Montreal Protocol due to global environmental issues, and its production should be abolished totally by 2012. Ozone depletion potential of alternative for chlorofluorocarbon (R134a, R404A etc.) is 0, yet it has a high global warming potential. Therefore, there is emission constraint against it. Natural refrigerant (NH₃, CO₂) refrigerating appliance is more expensive than the conventional products making it difficult to control temperature under -45 degree with about the same cost as fluorocarbon refrigerant. Therefore tackling the issue is urgent as currently it is common to store under -50 degrees on fishing vessels and in the onshore facilities.

2. Processing and storage of tuna after being caught

Tuna which were caught by deep-sea tuna long-line fishery will be processed by removing nerves, blood, gut and head, and after removal, rapid freezing will be done for 36-48 hours (air blast freezing) which will make it frozen products by making the temperature of the center of fish under -55 degrees. Many fishing vessels store frozen tuna in fishery warehouse in extremely low temperature (under -50 degrees) which is as cold as the temperature inside the fishery warehouse of carrying vessels and freezing containers. The time required from fishing of tuna until catching landing is shorted 6months, generally within 12 months and in rare cases it may take as long as 18 months.

After catch landing, fish will go through a various processing and distribution routes and will reach the consumers. In general, the storage period in onshore refrigerators is 2 to 6 months for lean fish such as *Thunnus obesus* and *Thunnus albacares* which are carried in all year round and 12 months for fish with a lot of fat such as southern bluefin tuna and bluefin tuna as they are sold until next season. Both of them are stored in general under -50 degrees in extreme low-temperature refrigerator. Furthermore, cold storage period for extreme low-temperature refrigerator near consuming region including the storage period for fish with a lot of fat is about 2 months.

As just described, frozen tuna are storage under -50 degrees without temperature change inside the fishery warehouse on the vessel, during transport by carrying vessel and containers and in onshore. However the temperature of fish body may change when being exposed to outdoor air such as when moving from fishing vessels to carrying vessels, during transfer from carrying vessels to extreme low-temperature refrigerator in onshore, when being on the market, when it is being processed, during transfer and at the time of sale. According to the survey by FRA, if the fish is exposed to outdoor air of 18 degrees for 3 hours when being on the market, it is confirmed that the temperature of the center of fish increases about 17 degrees.

3. Energy saving effect after turning up the storage temperature

According to preliminary calculation by FRA, raising the temperature of fishery warehouse to store frozen tuna from extreme low-temperature -50 degrees to -40 degrees, in terms of fuel 7% of annual consumption is expected to

sebesar 291.000 ton (domestik: 123.000 ton, impor: 168.000 ton) (Statistik Distribusi Produk Perikanan/Statistik Perdagangan Jepang, 2006). Penyimpanan tuna dalam suhu yang sangat rendah didukung oleh *chlorofluorocarbon* (R22) yang digunakan sebagai gas pendingin dalam peralatan pendingin. Bagaimanapun juga, peraturan penggunaan R22 sudah berlaku sejak Protokol Montreal dikarenakan isu lingkungan global, dan produksinya harus dimusnahkan pada tahun 2012. Potensi hilangnya ozon dari penggunaan gas alternatif pengganti *chlorofluorocarbon* (R134a, R404A dll) adalah 0, namun masih memiliki potensi pemanasan global yang tinggi. Oleh karena itu, ada tantangan emisi terhadapnya. Zat pendingin alam (NH₃, CO₂) pada peralatan pendingin lebih mahal dari pada produk konvensional sehingga menyulitkan untuk mengatur suhu di bawah -45 derajat dengan harga yang sama jika menggunakan zat *fluorocarbon*. Oleh karena itu penanganan isu ini sifatnya mendesak karena merupakan hal yang umum untuk melakukan penyimpanan di bawah suhu -50⁰ di atas kapal dan fasilitas di darat.

2. Pengolahan dan penyimpanan tuna setelah ditangkap

Tuna yang ditangkap dengan *long-line* laut dalam akan diproses dengan membersihkan otot, darah, usus dan kepala, dan setelah itu, pembekuan cepat segera dilakukan selama 36-48 jam (*blast freezing*) yang akan mengubahnya menjadi produk beku dengan mengatur suhu pusat ikan di bawah -55 derajat. Banyak kapal yang menyimpan tuna dalam tempat penyimpanan ikan bersuhu sangat rendah (di bawah -50 derajat) sama seperti suhu di ruang penyimpanan ikan pada kapal pengangkut dan kontainer pembeku. Waktu yang dibutuhkan dari penangkapan hingga pendaratan tuna diperpendek menjadi 6 bulan, umumnya 12 bulan dan dalam kasus langka memakan waktu hingga 18 bulan.

Setelah hasil tangkapan didaratkan, ikan akan melalui berbagai jalur pengolahan dan distribusi hingga sampai ke konsumen. Umumnya, periode penyimpanan pada ruang pendingin di darat selama 2 hingga 6 bulan untuk ikan tidak berlemak seperti *Thunnus obesus* dan *Thunnus albacares* yang dibawa sepanjang tahun, dan 12 bulan untuk ikan berlemak tinggi seperti tuna sirip biru selatan (*Southern Bluefin Tuna*) dan tuna sirip biru (*Bluefin Tuna*) untuk dijual pada musim berikutnya. Kedua jenis ikan ini umumnya disimpan di bawah -50 derajat dalam ruang pendingin bersuhu sangat rendah. Lebih lanjut, periode penyimpanan untuk lemari pendingin bersuhu sangat rendah dekat wilayah konsumen termasuk masa penyimpanan ikan berlemak tinggi kira-kira selama 2 bulan.

Sebagaimana telah dijelaskan, tuna beku disimpan di bawah -50 derajat tanpa perubahan suhu dalam ruang penyimpanan ikan di atas kapal, selama pemindahan dengan kapal pengangkut dan kontainer serta di darat. Bagaimanapun suhu ikan dapat berubah ketika berada pada udara luar seperti ketika proses pemindahan dari kapal ikan ke kapal pengangkut, selama perpindahan dari kapal pengangkut ke ruang pendingin bersuhu sangat rendah di darat, ketika di pasar, ketika diolah, selama proses pemindahan dan ketika dijual. Menurut survey FRA, jika ikan terpapar pada udara luar bersuhu 18 derajat selama 3 jam ketika di pasar, dipastikan bahwa suhu pusat ikan meningkat sekitar 17 derajat.

3. Efek penghematan energi setelah menaikkan suhu penyimpanan

Menurut perhitungan sementara oleh FRA, dengan menaikkan suhu ruang penyimpanan ikan tuna beku dari suhu ekstrim rendah -50⁰ ke -40⁰, diharapkan terjadi penurunan konsumsi BBM sebesar 7%

be reduced. Average fuel consumption rate per 1 sail day of deep-sea tuna long-line fishing vessels is 3.0 kl. Assuming that annual operation period is 320 days and the total number of vessels is 360 (As of May, 1997), annual fuel consumption rate by deep-sea tuna long-line fishing vessels would be 345,000 kl. If it will be possible to raise the temperature of fishery warehouse from conventional extreme low-temperature (-50 degrees) to -40 degrees to ~45 degrees, 15~40 % of power consumption can be reduced. Furthermore, general packing material can be used instead of special packing material for extreme low-temperature and this may lead to cost saving.

4. Agenda concerning frozen storage of tuna to be examined in the future

Frozen tuna are stored in extreme low-temperature. (Under -50 degrees) However, scientific basis concerning the relation between quality and the storage temperature is not clear. Deep-sea tuna long-line fishing vessels in particular received requests from stake holders to differentiate it from other fishing vessels which deal with frozen products as if it is competing with other fishing vessels. Using extreme low-temperature in cold storage became widespread on a parallel with the increase in performance of cooling system due to the use of fluorocarbon refrigerant. According to experimental research and literature in the past, there is no scientific knowledge which say that cold storage in the temperature lower than -40 degrees is necessary in order to ensure quality when storing tuna for a long period of time.

According to quality assurance period by temperature during onshore storage of tuna frozen on vessel (Quality assurance period judging from the degree of discoloration of tuna meat) in the collection of papers by Japan Society of Refrigerating (Vol. 1 No.1-2,1984), quality assurance limit of *Thunnus obesus* which is a typical lean fish used for sashimi is more than 17 months when stored under -40 degrees judging from metmyoglobin condition which is an index of browning of fish meat. This indicates that if tuna which are frozen rapidly on the vessel as usual are stored under -40 degrees in fishery warehouse and in onshore facility, the quality (color) is controlled. As there is no knowledge about the relation between quality preservation and cold storage temperature of bluefin tuna and other fish which have a lot of fat and the effect to quality when storing for a long period of time which exceeds the usual term from fish catch until consumption. (Generally about 1 year and half), there is a need to examine more in the future. Currently, thanks to the progress of equipment and management technology, it is possible to store in nearly constant temperature in the fishery warehouses of Japanese fishing vessels and inside onshore refrigerators. However, when frozen tuna are exposed to outdoor air such as when transshipment, catch landing and being sold in the market, the temperature rises. In order to accurately understand the influence which temperature change of frozen tuna through production to consumption may have over the quality and condition, it is necessary to make a temperature measurement carefully in each process. Also, it is important to get evaluation from intermediary and other stake holders about extreme low-temperature stored tuna and frozen tuna which were stored about -40 degrees on vessels and considers the energy saving effects due to the difference of store temperature in fishery warehouses.

We need to work on the research concerning the influence on quality by different condition such as freeze speed, difference of cold storage temperature, fat content, temperature change and long term storage, using degeneration

dari total konsumsi tahunan. Tingkat konsumsi BBM rata-rata per 1 hari layar kapal penangkap ikan tuna *long line* sebesar 3,0 kl. Dengan asumsi bahwa waktu operasi tahunan adalah 320 hari dan total jumlah kapal adalah 360 (per Mei, 1997), tingkat rata-rata konsumsi BBM tahunan kapal penangkap ikan tuna long line laut dalam menjadi 345.000 kl. Jika memungkinkan untuk menaikkan suhu gudang penyimpanan ikan dari suhu rendah ekstrim konvensional (-50°) menjadi -40° sampai -45° , konsumsi energi sebesar 15 - 40% dapat dikurangi. Selain itu, material kemasan umum dapat digunakan sebagai pengganti material kemasan khusus untuk suhu ekstrim rendah yang sekaligus menghemat biaya.

4. Agenda penelitian terkait (teknologi) penyimpanan beku ikan tuna di masa yang akan datang

Tuna beku disimpan dalam suhu rendah ekstrim (di bawah -50°). Namun, dasar ilmiah mengenai hubungan antara kualitas dan suhu penyimpanan belum jelas. Kapal penangkap ikan tuna long-line laut dalam secara khusus menerima permintaan khusus dari stakeholders, agar membedakannya dengan kapal penangkap ikan lainnya yang juga mengelola produk beku, seolah-olah ia bersaing dengan kapal penangkap ikan lainnya. Penggunaan suhu ekstrim rendah dalam ruang pendingin meluas sejalan dengan peningkatan kinerja sistem pendingin sebagai akibat penggunaan zat pendingin *fluorocarbon*. Menurut uji coba penelitian dan referensi yang ada, tidak ada pengetahuan ilmiah yang mengatakan bahwa penyimpanan pada suhu di bawah -40 derajat diperlukan untuk menjamin kualitas penyimpanan tuna dalam jangka waktu lama.

Menurut periode penjaminan mutu berdasarkan suhu penyimpanan tuna beku selama penyimpanan di darat dan di kapal (Periode jaminan mutu dinilai dari tingkat perubahan warna daging tuna) dalam kumpulan paper oleh Japanese Society of Refrigerating (Vol. 1 No.1-2, 1984), batas jaminan mutu *Thunnus obesus* yang merupakan ikan kurus (sedikit lemak) untuk sashimi lebih dari 17 bulan bila disimpan di bawah -40 derajat dilihat dari kondisi *metmyoglobin* yang merupakan indeks kecoklatan warna daging ikan. Hal ini menunjukkan bahwa jika tuna yang mengalami pembekuan cepat di atas kapal seperti biasanya disimpan di bawah -40 derajat di gudang ikan dan fasilitas darat, kualitas (warna) dapat dipertahankan. Karena tidak ada pengetahuan tentang hubungan antara kualitas dan suhu penyimpanan dingin tuna sirip biru (*Bluefin tuna*) dan ikan lain yang berlemak banyak dan pengaruhnya terhadap kualitas ketika menyimpan untuk waktu lama melebihi jangka waktu biasanya dari penangkapan ikan hingga dikonsumsi (umumnya sekitar 1 setengah tahun), perlu penelitian lebih lanjut di masa depan. Saat ini, berkat kemajuan teknologi peralatan dan manajemen, dimungkinkan untuk melakukan penyimpanan dalam suhu hampir konstan di ruang penyimpanan ikan pada kapal penangkap ikan Jepang dan ruang pendingin di darat. Namun, tuna beku ketika terpapar udara luar seperti pada saat pemindahan, pendaratan dan dijual di pasar, suhu akan meningkat. Untuk memahami secara akurat pengaruh perubahan suhu terhadap kualitas dan kondisi tuna beku dari produksi hingga konsumsi, maka perlu melakukan pengukuran suhu secara seksama dalam setiap proses. Juga, penting untuk mendapatkan evaluasi dari pihak (pedagang) perantara dan stakeholder lainnya mengenai tuna yang disimpan dalam suhu sangat rendah dan tuna beku yang disimpan pada -40 derajat di kapal dan mempertimbangkan efek penghematan energi disebabkan perbedaan suhu penyimpanan.

Kita perlu melakukan penelitian mengenai pengaruh pada mutu akibat perbedaan kondisi seperti kecepatan pembekuan, perbedaan suhu penyimpanan, kadar lemak, perubahan suhu dan penyimpanan jangka panjang, penggunaan degenerasi protein, pembentukan kristal es, oksidasi lemak dan kondisi

of protein, ice crystal formation, lipid oxidation and metmyoglobin condition as index in order to understand the relation between quality and cold storage temperature of frozen tuna. Also, frozen tuna for sashimi from the point of domestic transaction volume is broadly divided into 1) Medium size *Thunnus obesus* and *Thunnus albacares* which are dealt in mass merchandiser markets 2) Large scale *Thunnus obesus* which is typical lean fish 3) bluefin tuna and southern bluefin tuna which have high fat content, therefore it is necessary to narrow down the type of fish we should start research on.

In promoting the development research of temperature control method regarding proper storage of frozen tuna, it is important to present the result quickly and clearly not only to fishery operators but also frozen tuna handling business operators (processing, refrigerating and transporting) and encourage self-help efforts of the industry towards improvement of system in production and distribution and cost saving. Not only tuna, but the frozen products that deep-sea skipjack long-line fishing vessels have caught (skipjack, B1 products of albacore tuna) are also stored in extreme low-temperature of under -50 degrees on the vessel and onshore as well as tuna. There is also a need to clarify the relation between quality and cold storage temperature and develop a proper cold storage method.

Frozen products of neon flying squids are, as requested by people concerned with the market, stored in fishery warehouse which is -35 degrees on vessel, and are landed. However, they are stored in refrigerators under -20 degrees on land. Therefore, it is needed to consider optimum temperature zone for storage from the point of quality preservation and energy saving.

V. Energy saving technology utilizing LED

1. Environment surrounding fishery using lights

Among the fisheries which are operated using lights, squid fishing and saury square net fishing are conducted utilizing a fish collecting lamp which uses a large amount of light. Electricity is supplied by setting substantial auxiliary machines (by main engine for some small size vessels) due to the usage of fish collecting lamp. A large amount of fossil fuel (mainly heavy oil A) is used to drive auxiliary machines. As fishing industry is suffering financially these days, cost saving is an urgent problem. In order to save fuel cost by controlling consumed power used for fish collecting lamp, LED fish collecting lamp (light-emitting diode) were introduced for as lamps on board and underwater lamps in saury square net fishing and purse seine fishing. Metal halide which is a mainstream light source of fish collecting lamp contains mercury inside its bulb, therefore there is a risk of mercury contamination in case it breaks. As for incandescent lamp, European Union has decided to stop the sale of the incandescent lamps for family use by 2012 and will switch to energy efficient fluorescent lamps. Also, in our country all the incandescent lamps will be switched to energy-saving fluorescent lamps or LED lamps by 2012. Introducing LED fish collecting lamps is also important from the perspective of reducing the global environmental burden.

Moreover, in this text we will use fishing lamps instead of fish collecting lamps for the reason that depending on light, the behavior of the creatures are controlled such as gathering them toward the light source of lamps or moving away from it.

metmyoglobin sebagai indeks untuk memahami hubungan antara kualitas dan suhu penyimpanan ikan tuna beku. Juga, tuna beku untuk sashimi dari sudut volume transaksi domestik secara umum dibagi menjadi 1) *Thunnus obesus* dan *Thunnus albacares* berukuran sedang di pasar grosir besar 2) *Thunnus obesus* berukuran besar yang tergolong kurus (sedikit lemak) 3) *Bluefin Tuna* dan *Southern Bluefin Tuna* yang memiliki kandungan lemak tinggi, oleh karena itu perlu untuk mengerucutkan penelitian berdasarkan jenis ikan.

Dalam mengembangkan penelitian tentang metode pengendalian suhu untuk penyimpanan tuna beku yang sesuai, penting untuk menyajikan hasil yang cepat dan jelas, tidak hanya kepada operator perikanan tuna beku, tetapi juga pelaku usaha penanganan (*handling*) tuna beku (pengolahan, pendinginan dan pengangkutan) dan mendorong upaya mandiri oleh industry untuk menuju perbaikan sistem produksi, distribusi dan penghematan biaya. Bukan hanya tuna, tetapi produk beku yang ditangkap oleh kapal penangkap ikan cakalang laut dalam (cakalang, produk B1 tuna *Albacore*) juga disimpan dalam suhu yang sangat rendah di bawah -50 derajat di kapal dan di darat seperti tuna. Ada kebutuhan untuk memperjelas hubungan antara kualitas dan suhu penyimpanan serta mengembangkan metode penyimpanan dingin yang sesuai.

Produk beku *neon flying squid*, seperti yang diharapkan orang terkait pasar, disimpan di ruang penyimpanan ikan bersuhu -35 derajat di kapal, dan didaratkan. Namun, cumi-cumi tersebut disimpan dalam ruang pendingin di bawah suhu -20 derajat di darat. Oleh karena itu, diperlukan pertimbangan kisaran suhu optimum penyimpanan dari sudut ketahanan kualitas dan penghematan energi.

V. Teknologi penghematan energi menggunakan LED

1. Lingkungan seputar perikanan menggunakan cahaya

Di antara kegiatan perikanan yang menggunakan cahaya lampu, penangkapan cumi dan penangkapan teri dengan jarring persegi menggunakan banyak cahaya lampu untuk mengumpulkan ikan. Kebutuhan listrik dipenuhi dengan memasang mesin bantu khusus (atau mesin induk pada beberapa kapal perikanan skala kecil) karena penggunaan lampu untuk mengumpulkan ikan. Sejumlah besar BBM fosil (terutama jenis *heavy oil A*) digunakan untuk menghidupkan mesin bantu. Karena saat ini industri perikanan mengalami kesulitan finansial, penghematan biaya merupakan masalah yang mendesak. Untuk menghemat biaya BBM dengan mengatur konsumsi energi lampu pengumpul ikan, mulai diperkenalkan jenis lampu pengumpul ikan LED (*light-emitting diode*) untuk lampu di atas kapal dan bawah air pada perikanan teri jarring persegi dan purse seine. Jenis lampu *metal halide* yang banyak digunakan sebagai sumber cahaya lampu pengumpul ikan mengandung merkuri di dalamnya, karenanya beresiko terjadinya kontaminasi merkuri bila lampu pecah. Adapun penggunaan lampu pijar, Uni Eropa telah menghentikan penjualan lampu pijar bagi rumah tangga pada tahun 2012 dan digantikan dengan lampu neon hemat energi. Juga, di negara kita semua lampu pijar akan digantikan oleh lampu neon hemat energi atau lampu LED pada tahun 2012. Mendorong penggunaan lampu LED pengumpul ikan juga penting dari perspektif pengurangan beban lingkungan global.

Lebih lanjut, dalam buku ini kita akan menggunakan lampu perikanan sebagai ganti lampu pengumpul ikan dengan alasan tergantung jenis cahayanya, tingkah laku ikan dapat dikendalikan, seperti mengumpulkan atau menjauhkannya ke/ dari arah sumber cahaya.

2. Background and actual condition of the effort to experimentally introduce LED-fishing lamp

As for saury square net fishing, from 2004 to 2005 private companies have used governmental incentives and in 2006, fishery operators themselves acted as primary actor and used governmental incentives to experimentally introduce it. As for large scale saury square net, 20% to 40% of fuel consumption was reduced by switching incandescent lamps to concentrated light-distribution type LED lights (LED lamps of which light is concentrated in smaller irradiation range) and switching metal halide lamps to diffusion light-distribution type LED lamps (LED lamps of which light is diffused by making the irradiation range bigger) and still could obtain about the same result as other fishing vessels of same size,

The same result was shown for small size saury square net fishing vessels as well. Considering those results, both small size and large scale saury square net fishing vessels wholly changed from concentrated light-distribution type LED lamps to diffusion light-distribution type LED lamps and operated experimentally, and as a result it is confirmed that by using diffusion light-distribution type LED about the same amount of fish can be caught. It also indicated downsizing and reduction of auxiliary machines mounted as fishing lamp.

In squid fishing, since 2000 private companies have done experimental introduction utilizing governmental incentives. Most were targeted at sagittated calamari. Experimental operation of changing from metal halide fishing lamps to lights and another experimental operation of using both LED and metal halide fishing lamps were conducted. Concerning the technology using LED as lamps on board, it first started with verification test of using only concentrated light-distribution type LED lamps or using with metal halide lamps. The amount of fish catches declined for both small size and medium size fishing vessels in experimental operation which only used LED and the experimental operation when the usage rate of metal halide lamps is low. Therefore, as well as the exam done to saury square net fishing vessels we have done an experimental operation after changing to diffusion light-distribution type LED as lamps on board. As a result, the same amount of fish as conventional metal halide lamps used for small and medium size squid fishing vessels operated through spring to fall was caught while reducing fuel consumption. However, after fall there are some cases which saw reduction in the amount of fish catches in case only LED lamps are used even if it is diffusion light-distribution type or in case the usage rate of metal halide fishing lamps is low.

On the other hand, as for the utilization technology of LED underwater lamps, according to the daytime operation which targeted at neon flying squid in North Pacific Ocean by water research institute, about the same amount of fish was caught using LED underwater lamps compared to the operation using conventional metal halide underwater fishing lamps. Currently, the research development for the utilization technology of operation at night time is continuing. Furthermore, since August of 2008, Fisheries Institute of Ishikawa Prefecture has started test towards utilization technology of LED for sagittated calamari and the characteristics of light source of LED underwater fishing lamps and reaction behavior of sagittated calamari to underwater lamps are becoming clear.

Among large scale purse seine fisheries, fishing lamps are used as vessel on board lamp and underwater lamp for the fishing vessels which are operated in marine area where it is allowed to light such as East Sea, Yellow Sea and

2. Latar belakang dan kondisi aktual upaya uji coba penggunaan lampu perikanan LED

Pada perikanan teri dengan jaring persegi, dari tahun 2004 - 2005 perusahaan swasta dengan insentif dari pemerintah, dan pada tahun 2006 operator perikanan bertindak sebagai aktor utama dan memperoleh insentif dari pemerintah untuk memperkenalkannya melalui eksperimen. Adapun pada perikanan teri dengan jaring persegi skala besar, 20% - 40% dari konsumsi BBM berkurang dengan beralih dari lampu pijar ke lampu LED tipe cahaya terkonsentrasi (lampu LED yang cahayanya terkonsentrasi di kisaran iradiasi yang lebih kecil) dan beralih dari lampu *metal halide* ke lampu LED tipe cahaya tersebar (lampu LED yang cahayanya menyebar dengan membuat kisaran iradiasi yang lebih besar) dan masih memperoleh hasil tangkapan yang sama seperti kapal seukuran lainnya.

Hasil yang sama juga ditunjukkan pada kapal penangkap teri dengan jaring persegi skala kecil. Menimbang hasil tersebut, baik kapal penangkap teri dengan jaring persegi skala besar maupun kecil sepenuhnya beralih dari lampu LED tipe cahaya terkonsentrasi menjadi lampu LED tipe cahaya tersebar yang diujicobakan, hasilnya disimpulkan bahwa penggunaan lampu LED tipe cahaya terdistribusi akan menghasilkan jumlah hasil tangkapan ikan yang sama. Hal ini juga menunjukkan adanya pengecilan daya dan pengurangan mesin bantu untuk lampu penangkap ikan.

Dalam penangkapan cumi, sejak tahun 2000 perusahaan swasta telah melakukan uji coba pengenalan dengan insentif dari pemerintah. Sebagian besar target adalah cumi lonjong (*sagittated calamari*). Kegiatan uji coba mengganti penggunaan lampu pengumpul ikan jenis *metal halide* dengan cahaya dan uji coba lainnya menggunakan jenis LED dan lampu dengan *metal halide*. Terkait teknologi penggunaan LED sebagai lampu di atas kapal, diawali dengan uji penggunaan hanya jenis lampu LED tipe cahaya terpusat atau dengan lampu *metal halide*. Jumlah tangkapan menurun pada uji coba dengan kapal berukuran kecil dan sedang yang hanya menggunakan LED dan pada uji coba dengan menggunakan lampu *metal halide* rendah. Oleh karena itu, sebagaimana uji coba yang dilakukan pada kapal teri dengan jaring persegi, kami telah melakukan uji coba dengan mengganti penggunaan lampu LED tipe cahaya tersebar di atas kapal. Hasilnya, diperoleh jumlah tangkapan yang sama dengan kapal yang menggunakan lampu *metal halide* biasa pada kapal penangkap cumi berukuran kecil dan menengah yang dioperasikan pada musim semi hingga musim gugur dengan konsumsi BBM yang lebih rendah. Namun, setelah musim gugur ada beberapa kasus yang menunjukkan penurunan jumlah tangkapan jika hanya menggunakan lampu LED bahkan jika itu adalah lampu LED tipe cahaya tersebar atau jika menggunakan lampu *metal halide* tingkat rendah.

Di sisi lain, penggunaan teknologi LED untuk lampu bawah air, pada penangkapan siang hari dengan target cumi *neon flying squid* di Samudera Pasifik bagian utara oleh lembaga penelitian, diperoleh hasil tangkapan yang sama apabila menggunakan lampu LED bawah air maupun lampu *metal halide* bawah air. Saat ini, penelitian untuk memanfaatkan teknologi pada penangkapan malam masih terus berlanjut. Selain itu, sejak Agustus 2008, Institut Perikanan dari Prefektur Ishikawa telah memulai pengujian teknologi pemanfaatan LED untuk cumi lonjong dan karakteristik sumber cahaya LED bawah air dan reaksi tingkah laku cumi lonjong terhadap lampu bawah air semakin jelas.

Pada perikanan purse seine skala besar, lampu penangkap ikan digunakan baik di atas kapal maupun

Japan sea. As it uses less light compared to squid fishing and saury square net fishing, the fuel consumption by utilization of fishing lamps is relatively low. Experimental introduction of LED fishing lamp is conducted as governmental incentives project since 2006 and also as incentive project by Nagasaki prefecture. All of these have considered using it as underwater lamp. There is about the same amount of fish catches compared to conventional metal halide lamps and halogen lamps while the fuel reduction effect is also seen. Moreover, there is a report saying that by using characteristic of LED fishing light such as blinking light, it may be possible to collect certain types of fish more effectively. Development and improvement of utilization technology which leads to fish catches more effectively through controlling the behavior of fish school by establishing method of utilization of LED underwater lamps which suits the type of fish and constructing combined utilization technology of underwater lamps and as lamps on board, is expected in the future.

2. Research directions for the future

In fishing using light, there are 4 issues we need to tackle in order to promote introduction of LED. (1) Conduct general verification test of LED throughout the fishing season , (2) Collect necessary data to understand the structure of total energy consumption of fishing vessel, (3) clarify the influence light wavelength, strength and gap of light emission have over the behavior of major marine creatures and develop technology to control fish school by light, (4) Based on the result above, there is a need to promote development of fisheries production system using the characteristic of LED light source.

VI. Estimate emission of greenhouse gases in the fishing industry

With the purpose of making framework for Post Kyoto Protocol, reduction of greenhouse gas emission is required in many sectors. To promote the measures against reduction in fishing industry, it is necessary to evaluate each measurement towards reduction on a regular basis and also to have basic information about it. As for fishing industry, there are examples of estimate amount of carbon dioxide emissions which is calculated by fuel consumption of fishing vessel. However, amount of carbon dioxide emissions of fishing industry as a whole which includes so called postharvest process including fishery production, aquaculture industry, fish processing and distribution are not yet fully understood. In order to reduce greenhouse gas effectively in the future, it is needed to estimate the greenhouse gas emission of fishing industry as a whole from the sample survey and recent statistic data using the information obtained from research data in the past. It is effective to quantitatively evaluate the effect of each reduction measurement and present the effects in a visual manner to reduce greenhouse gas emission in fishing industry. However given the present circumstances, it is unknown how much greenhouse gas is emitted through what kind of action in each process of fish catching, distribution and processing. In considering the measurement for greenhouse gas emission, understanding the greenhouse gas emission in each process from fish catch to consumption is pressing issue. In the future, “Carbon print” which displays the amount of energy being used in production and distribution process, converted into carbon will be introduced. It is effective for consumers to select products which have less carbon emission when selecting. However, as for primary products including fishery

bawah air untuk kapal yang beroperasi di wilayah laut dimana penggunaan cahaya diizinkan seperti *East sea*, *Yellow sea* dan *Japan sea*. Purse seine menggunakan lebih sedikit lampu dibandingkan dengan perikanan cumi dan teri, sehingga konsumsi BBM untuk lampu juga relatif rendah. Uji coba pengenalan LED dilakukan melalui proyek insentif pemerintah (pusat) sejak 2006 dan juga proyek insentif dari prefektur Nagasaki. Proyek tersebut menguji penggunaan LED sebagai lampu bawah air. Diperoleh jumlah tangkapan yang sama dibandingkan dengan penggunaan lampu *metal halide* biasa dan lampu halogen, sementara efek pengurangan konsumsi BBM terlihat. Selain itu, ada laporan yang menyebutkan penggunaan LED dengan karakteristik tertentu, seperti lampu berkedip, lebih efektif untuk mengumpulkan jenis ikan tertentu. Pengembangan dan penyempurnaan teknologi yang mengarah pada peningkatan efektivitas tangkapan melalui pengendalian tingkah laku gerombolan ikan dengan memanfaatkan lampu LED bawah air yang sesuai dengan jenis ikan sasaran dan kombinasi pemanfaatan teknologi lampu bawah air dan di atas kapal, diharapkan di masa depan.

3. Arah penelitian ke depan

Pada perikanan yang menggunakan lampu, ada 4 hal yang perlu diatasi untuk mendorong pengenalan LED. (1) Melakukan uji penggunaan LED pada semua musim penangkapan, (2) Menghimpun data yang diperlukan untuk memahami struktur kebutuhan energi total pada kapal perikanan, (3) Meneliti pengaruh panjang gelombang, kekuatan dan celah emisi cahaya pada perilaku sebagian besar biota laut dan mengembangkan teknologi untuk pengendalian gerombolan ikan melalui cahaya, (4) berdasarkan hasil di atas, ada kebutuhan untuk mendorong pengembangan sistem produksi perikanan menggunakan karakteristik sumber cahaya LED.

VI Estimasi gas rumah kaca (green house gases, GHG) pada industri perikanan

Dalam rangka menyusun kerangka kerja pasca Protokol Kyoto, pengurangan emisi GHG diwajibkan pada berbagai sektor. Untuk mendukung langkah pengurangan tersebut pada industri perikanan, perlu mengevaluasi setiap langkah pengurangan secara rutin dan juga memiliki informasi dasarnya. Pada industri perikanan, terdapat contoh jumlah perkiraan emisi karbon dioksida yang dihitung berdasarkan konsumsi BBM kapal penangkap ikan. Namun, jumlah emisi karbon dioksida pada keseluruhan industri perikanan termasuk proses pasca-panen yang meliputi produksi perikanan, industri budidaya, pengolahan dan distribusi ikan belum sepenuhnya dipahami. Dalam rangka mengurangi GHG secara efektif di masa depan, perlu memperkirakan emisi GHG keseluruhan industri perikanan dari survei atas sampel dan data statistik terbaru yang menggunakan informasi dari data penelitian sebelumnya. Hal ini efektif untuk mengevaluasi secara kuantitatif pengaruh setiap langkah pengurangan dan menyajikan dampaknya secara visual untuk mengurangi emisi GHG pada industri perikanan. Namun berdasarkan keadaan sekarang, tidak diketahui berapa banyak emisi GHG dan dari kegiatan mana pada masing-masing proses penangkapan ikan, distribusi dan pengolahan. Dalam menghitung emisi GHG, memahami (sumber) emisi GHG dalam setiap proses dari penangkapan ikan hingga konsumsi merupakan hal mendesak. Di masa mendatang, akan diperkenalkan "*carbon print*" yang menunjukkan jumlah energi yang digunakan dalam proses produksi dan distribusi, yang dikonversikan menjadi karbon. Hal ini efektif bagi konsumen dalam memilih produk ber-emisi karbon rendah. Namun, untuk produk primer termasuk produk perikanan, setiap proses dari produksi hingga konsumsi (harus)

products, each process from production to consumption is separated and it is impossible to provide consumers with information of carbon emission with the effort of only one company. Understanding the condition of emission in each process of fishery products such as fish catch, distribution and processing, estimating the emission amount and announcing the result officially will be basic data in order to conduct measurements towards the reduction of greenhouse gas emission in fishing industry.

Estimate of greenhouse gas emission is conducted by “Research of measurements towards global warming in the field of Agriculture, Forestry and Fisheries (National Research Project) “ by commission project of deputy vice-minister of the ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries in 2008. We would like to describe general appearance of it below.

Research of measures against global warming in the field of Agriculture, Forestry and Fisheries collected the data such as fuel consumption of fishing industry and aquaculture industry, analyzed and considered method for calculating greenhouse gas emission concerning fishery production, storage, distribution and processing and currently estimating the amount of emission. When estimating, the target is narrowed down to carbon dioxide among greenhouse gas, it is categorized by field of industry as shown in Image 1 and the amount of carbon dioxide is estimated. The fields which were estimated at present are capture fishery and aquaculture industry (Eel farming industry, laver farming industry and bait farming industry) at the stage of fish catch. At the stage of production area, the amount of emission from fridge-freezer, ice making industry and processing industry is estimated. Furthermore, estimate of CO₂ emission during distribution process of fishery products is divided into 3 as below and estimated based on “Improved ton kilo method” of “Guideline on the method for calculating concerning CO₂ emission in the distribution field” drew up by Ministry of Economy, Trade and Industry and Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism. (1) Distribution near production area (from fishing port to the prefecture where the fishing port is located) (2) Wide-area distribution (Inter-prefectural distribution: Production process of distribution of production area to outside the prefecture of production) (3) Distribution within the consumption area (Fishery products distribution process within the consumption area). It is important to continue the estimate and improve estimating the amount of other greenhouse gas not only carbon dioxide and also the fields which are not estimated yet.

Research agenda for the future should also include generation status other greenhouse gases not only carbon dioxide. There is also a need to see things from the viewpoint of life cycle assessment and estimate the amount of generation in fields which are not conducted yet (for example: 1.Fish box industry, 2.Tray industry 3.fishnet, disposal process of FRP fishing vessels, 4. Disposal process of residuum emitted from fish processing industry, 5. Disposal process of residuum emitted from the industry of last stages of distribution such as mass retailers) in fish processing related field and gather as basic data for greenhouse gas reduction measures in fish processing field.

VII. Proposal-Future efforts toward energy saving in the fishing industry

Fishing industry is a marine industry which is targeted at biological resources which can renew autonomously, thus it is originally possible to develop and maintain sustainably. From the view of energy consumption , constructing a

dipisahkan dan tidak mungkin untuk menyediakan informasi emisi karbon kepada konsumen hanya berdasarkan upaya satu perusahaan saja. Memahami kondisi emisi dalam setiap proses produksi perikanan seperti penangkapan, distribusi dan pengolahan, memperkirakan jumlah emisi dan mengumumkan hasilnya secara resmi akan menjadi data dasar untuk melakukan langkah pengurangan emisi GHG pada industri perikanan.

Perkiraan emisi GHG dilakukan melalui "Penelitian langkah-langkah terhadap pemanasan global di bidang pertanian, kehutanan & perikanan (proyek riset nasional)" oleh Komisi proyek wakil Menteri Pertanian, Kehutanan & Perikanan pada 2008. Kami ingin menggambarkan garis besarnya berikut.

Penelitian tentang langkah-langkah menghadapi pemanasan global di bidang Pertanian, Kehutanan dan Perikanan, telah mengumpulkan data seperti data konsumsi BBM pada industri penangkapan dan budidaya, menganalisa dan mempertimbangkan metode untuk menghitung emisi GHG pada proses produksi, penyimpanan, distribusi dan pengolahan serta saat ini sedang mengestimasi jumlah emisi. Ketika melakukan perkiraan, target dipersempit menjadi karbon dioksida.

Di antara GHG lainnya, dikategorikan sesuai bidang industri seperti ditunjukkan pada Gambar 1 dan jumlah karbon dioksida diperkirakan. Bidang yang diteliti saat ini adalah perikanan tangkap dan industri budidaya (industri pembudidayaan belut, ikan *laver* dan ikan umpan) pada tahap penangkapan ikan. Pada tahap area produksi, jumlah emisi dari *cold storage*, industri pembuatan es dan industri pengolahan dihitung. Selanjutnya, perkiraan emisi CO₂ selama proses distribusi produk perikanan dibagi menjadi 3 kategori seperti tersebut di bawah dan didasarkan pada "Metode peningkatan ton kilo" dari "Panduan metode penghitungan emisi CO₂ di bidang distribusi" oleh Kementerian Ekonomi, Perdagangan & Industri dan Kementerian Pertanian, Infrastruktur, Transportasi & Pariwisata. (1). Distribusi dekat area produksi (dari pelabuhan perikanan hingga prefektur di mana pelabuhan perikanan tersebut berada) (2). Distribusi area luas (Distribusi inter-prefektur: proses produksi distribusi dari area produksi ke luar prefektur produksi) (3). Distribusi dalam area konsumsi (proses distribusi produksi produk perikanan dalam area konsumsi). Penting untuk melanjutkan estimasi dan meningkatkan perkiraan jumlah GHG lainnya tidak hanya karbon dioksida dan juga bidang yang belum diteliti.

Agenda penelitian masa yang akan datang juga harus mencakup keadaan yang menghasilkan GHG lainnya tidak hanya karbon dioksida. Ada juga kebutuhan untuk melihat sesuatu dari sudut pandang penilaian siklus hidup dan memperkirakan jumlah penghasil GHG di bidang yang belum diteliti (misalnya: 1. industri kotak/ pengemasan ikan, 2. industri nampan 3. jaring ikan, proses pembuangan FRP kapal penangkap ikan, 4. proses pembuangan residu industri pengolahan ikan, 5. proses pembuangan residu yang dihasilkan dari industri pendistribusian tahap akhir seperti pengecer massal/ grosir) di bidang terkait pengolahan ikan sebagai data dasar langkah pengurangan GHG di bidang pengolahan perikanan.

VII Usulan Upaya menuju penghematan energi pada industri perikanan mendatang

Industri perikanan adalah industri laut dengan sasaran sumberdaya hayati yang secara otomatis dapat pulih, karenanya dapat dikembangkan dan dipertahankan keberlanjutannya. Dari sisi kebutuhan energi,

system to stably provide safety and safe food for people in the future, it is a key issue to switch to energy saving type which does not rely too much on fossil fuel such as petroleum oil, and enhancing competitiveness of our country's fishing industry.

In order to do so, while we try to positively come up with applicable energy saving technology for the time being and also reduce the fuel consumption, it is necessary to understand the actual condition of energy consumption (CO2 emission) in fishing industry. Based on the acknowledgment, we should try to promote research and development from medium term to long term viewpoint and solve current issues. Most important is to come up with the result to fishing regions as well as successively introduce the result to the field sites of fishing industry. More specifically, by cooperating with the government, public administration of each prefecture, research institutes, concerned organizations and concerned companies, we need to work on the issues keeping the ADCP cycle which is Plan (Understand the actual condition of energy consumption, bring it to into view), Do (Introduction and extension of existing countermeasure technology) , Check (Evaluation of technological introduction effects), Action (Improvement of existing countermeasure technology, development of new technology, extension and introduction)

1. Efforts toward the prevalence and practical realization of energy saving technology

(1) Holding of on-site meeting

In spite of existing applicable technology both in software field and hardware field, they are not being utilized fully in the field sites of fisheries. Therefore, for the time being we should cooperate with Fisheries Agency, prefectural governments, concerned organizations and FRA and hold on-site meetings timely towards fishing industry concerned parties to explain regarding the expected effects of existing energy saving technologies and suitability depending on the type of fisheries, using the brochure which is made and organized through this research group.

(2) Establishment of technical support system

For medium to long term, it is necessary to establish engineering system (a structure which works as a bridge between RD sites and fishing sites) to understand each need in fishing sites, analyze technical issues and connect to appropriate test research organization when needed. To be specific, based on the implementation status of on-site meetings described above, in order to prevail, it is vital to consider and establish a framework including developing budget plan, arranging role-sharing between Fisheries Agency, FRA, prefectural governments and concerned organizations, making documents such as improving brochures and developing human resources who will work directly in fishing sites.

2. Directions of future research development

(1) Immediate agendas

As fishing industry is suffering financially, it is difficult to make new investments. Therefore, FRA should play a central role while cooperating with prefectural governments and concerned organizations and focus on research and development which is described as below including applicable technical development towards existing fishing

dalam rangka membangun sistem stabilitas sumber pangan yang sehat dan aman bagi manusia di masa depan, perlu upaya menuju industri yang hemat energi dan tidak terlalu bergantung pada sumber bahan bakar fosil seperti minyak tanah, serta meningkatkan daya saing industri perikanan negara kita. Untuk mewujudkannya, sambil mengembangkan teknologi hemat energi terapan dan mengurangi konsumsi BBM, perlu untuk memahami kondisi aktual kebutuhan energi (emisi CO₂) pada industri perikanan. Berdasarkan pemahaman tersebut, kita harus mencoba mendorong penelitian dan pengembangan dari jangka menengah ke jangka panjang dan menyelesaikan persoalan saat ini. Hal terpenting adalah untuk menghadirkan hasil (penelitiannya) hingga ke kawasan (prefektur) dan memperkenalkannya hingga lapangan (industri perikanan). Lebih khusus lagi, melalui kerja sama dengan pemerintah (pusat), pemerintah masing-masing prefektur, lembaga penelitian, organisasi dan perusahaan terkait, kita perlu bekerja membahas isu-isu tersebut dengan pendekatan siklus ADCP yaitu Plan/ Rencanakan (memahami kondisi aktual dari konsumsi energi, dan menampilkannya), Do/ Lakukan (pengenalan dan penyuluhan terkait teknologi penanggulangan yang sudah ada), Check/ Periksa (evaluasi dampak pengenalan teknologi), Action/ Tindakan (Peningkatan teknologi penanggulangan yang sudah ada, pengembangan teknologi baru, perkenalkan dan penyuluhan).

1. Upaya menuju realisasi teknologi hemat energi yang lazim dan praktis

(1) Melaksanakan *on site meeting* (pertemuan lapangan)

Meskipun telah ada teknologi terapan baik (*software*) maupun (*hardware*), namun belum sepenuhnya dimanfaatkan di lapangan. Oleh karena itu, untuk saat ini kita harus bekerja sama dengan Agensi Perikanan, Pemerintah Prefektur, Organisasi terkait dan FRA serta melaksanakan pertemuan di lapangan (*on-site meeting*) secara berkala dengan pihak-pihak terkait dalam industri perikanan untuk menjelaskan efek yang diharapkan dari teknologi energi yang telah ada dan kesesuaiannya tergantung jenis perikanannya, dengan menggunakan brosur yang telah disusun oleh kelompok penelitian ini.

(2) Pembentukan sistem pendukung teknis

Untuk jangka menengah dan panjang, perlu membangun sistem perekayasa (struktur yang berfungsi sebagai penghubung antara lokasi penelitian dan lokasi perikanan) untuk memahami setiap kebutuhan di lokasi perikanan, menganalisis isu-isu teknis dan menghubungkannya dengan organisasi pengujian yang sesuai jika diperlukan. Lebih spesifik, berdasarkan kondisi hasil pertemuan lapangan tersebut, agar dapat diterapkan, penting untuk mempertimbangkan dan membuat kerangka kerja termasuk rencana anggarannya, menyusun pembagian tugas antara Agensi Perikanan, FRA, Pemerintah Prefektur dan organisasi terkait, membuat dokumen seperti memperbaiki brosur dan mengembangkan SDM yang akan bekerja langsung di lokasi perikanan.

2. Arah pengembangan penelitian masa depan

(1) Agenda Mendesak

Karena industri perikanan mengalami kesulitan keuangan, sulit untuk melakukan investasi baru. Oleh karena itu, FRA harus memainkan peran sentral melalui kerja sama dengan pemerintah daerah dan organisasi terkait, serta fokus pada penelitian dan pengembangan yang dijelaskan di bawah ini,

vessels.

1) Understanding the actual condition of energy consumption in fishing industry

Under existing conditions of capture fishery, there are only cases of fuel consumption of private fishing vessels chartered by FRA. We will try to understand the actual conditions of implementation cases of pilot projects and incentive projects by Fisheries Agency. Also, regarding actual condition of CO₂ emission and energy consumption in the process of transport, distribution and storage of fishery products including aquaculture industry, fishery product processing and imported fishery products, we should establish the calculation methods using the examples from the cases of other fields of industry and estimate the amount and organize it as a basic document of energy saving measures in fishing industry and CO₂ emission measures.

2) Improvement and stabilization of existing technology and development of the measures to determine the cost-effectiveness of technological introduction

While improved technology of formation of hull and bow and the improved technology of engine parts require certain cost, currently the effects of it vary significantly depending on the type of fishing and vessels. Therefore, as well as collecting data which include cases of technological introduction and verification test in pilot projects and incentive projects by Fisheries Agency, we should make efforts to improve and stabilize retrofit technology through water tank test and numerical experiment using model vessel. Furthermore, based on the comparison between experiments and the data of actual vessel remodeling we should develop methods to estimate the effects of remodeling and draw up guidelines of cost-effectiveness of technological introduction. The measures which are applicable to small size coastal fishing vessels are limited to the ones in the field of software such as reduction of speed and weight. Through implementation result of a various kinds of verification experiments and technological introduction projects, model experiment and numerical experiment, specific guidelines in applying measures of software by type of fishing should be considered and determined. In addition, balanced fishing vessel which corresponds to sea area, usage and type of fishery and also considered safety and working environment including hull size, vessel type, equipment (fishing equipment), formation of engine and power, should be suggested.

3) Establishment of the technology utilizing LED fishing lamps

Certain effects of using LED fishing lamps are seen in squid fishing, saury square net fishing and purse seine fishing; however it is necessary to clarify effective usage and position by understanding reaction characteristic towards LED fishing lamps of targeted creatures in order to get same amount of fish as when conventional fishing lamps are used. Behavioral physiological effects of swarming of LED lamps towards targeted fish as well as promoting verification experiments cooperating with prefectural governments and concerned organizations should be done at the same time. By reflecting the result for verification experiments as needed, proper usage using both LED fishing lamps and existing fishing lamps and effective usage of LED fishing lamps depending on the season,

termasuk pengembangan teknis yang dapat diterapkan pada kapal penangkap ikan yang telah ada.

1) Memahami kondisi aktual konsumsi energi industri perikanan

Kondisi perikanan tangkap yang ada, hanya didasarkan pada kasus konsumsi BBM kapal penangkap ikan swasta yang disewa oleh FRA. Kami akan mencoba memahami kondisi sebenarnya pelaksanaan proyek percontohan dan proyek insentif Agensi Perikanan. Juga, kondisi aktual emisi CO₂ dan konsumsi energi dalam proses transportasi, distribusi dan penyimpanan produk perikanan termasuk industri budidaya, pengolahan produk perikanan dan produk perikanan impor, kita harus menetapkan metode perhitungan dengan menggunakan contoh dari kasus-kasus bidang industri lain dan memperkirakan jumlahnya, serta menjadikannya sebagai dokumen dasar langkah-langkah penghematan energi industri perikanan dan emisi CO₂.

2) Peningkatan dan stabilisasi teknologi yang ada dan pengembangan langkah-langkah untuk menentukan pengenalan teknologi yang efektif (biaya)

Teknologi pembuatan lambung dan haluan kapal telah berkembang, dan berkembangnya teknologi bagian-bagian mesin memerlukan biaya tertentu, saat ini dampaknya sangat bervariasi tergantung pada jenis perikanan dan kapal yang digunakan. Oleh karena itu, bersamaan dengan pengumpulan data yang meliputi kasus-kasus pada pengenalan teknologi dan pengujian di lokasi proyek percontohan dan proyek insentif dari Agensi Perikanan, kita harus melakukan upaya-upaya untuk meningkatkan dan menstabilkan teknologi yang ada melalui pengujian di tangki air dan percobaan numerik menggunakan kapal model. Selanjutnya, berdasarkan perbandingan antara percobaan dan data remodeling kapal aktual, kita kembangkan metode untuk memperkirakan efek dari remodeling dan menyusun pedoman efektivitas biaya pengenalan teknologi. Langkah-langkah yang diterapkan untuk kapal kecil perikanan pantai terbatas pada aspek yang telah ada *software*-nya seperti pengurangan kecepatan dan bobot kapal. Melalui hasil pelaksanaan berbagai macam uji coba dan proyek pengenalan teknologi, percobaan dengan model dan numerik, perlu dipikirkan pedoman khusus dalam menerapkan langkah-langkah menggunakan *software* berdasarkan jenis perikananannya. Selain itu, kapal penangkap ikan yang seimbang dan sesuai dengan wilayah laut, penggunaan dan jenis perikananannya, serta keamanan dan lingkungan kerja termasuk ukuran lambung, jenis kapal, peralatan (alat tangkap), pengaturan mesin dan dayanya, dapat disarankan.

3) Penyiapan lampu penangkap ikan dengan teknologi LED

Efek tertentu penggunaan lampu penangkap ikan LED terlihat pada penangkapan cumi-cumi, teri dengan jaring persegi, dan perikanan purse seine; namun perlu untuk memperjelas efektivitas penggunaan dan posisi penempatannya dengan memahami karakteristik reaksi dari spesies target terhadap lampu penangkap ikan LED agar mendapatkan jumlah tangkapan yang sama bila menggunakan lampu penangkap ikan biasa.

Pengamatan efek fisiologis perilaku berkumpulnya ikan target di sekitar lampu LED serta sosialisasi hasil uji coba perlu dilakukan melalui kerja sama dengan pemerintah prefektur dan organisasi terkait

sea area and type of fishing will be suggested.

Also, we have background of controlling method of using lights to collect fish from the point of controlling fishing resource. We need to consider from the point of controlling fishing resource so that utilization of LED fishing lamps shall not exceed the proper fish catch level.

4) Scientific verification of proper temperature for cold storage

There is huge energy saving effect by rising temperature for cold storage of skipjack and tuna which are stored frozen in extreme low-temperature (-50 degrees) now, however it is not yet clear how the rise in storage temperature will influence the quality in long-term. Also, we need to pay attention to the reaction of consumers and business practice in distribution process. Thus, we will clarify the relation between temperature for cold storage and quality change in long term for tuna and skipjack in order to make clear temperature for cold storage from both side, energy saving and value of products. Also, we need to understand the condition of temperature change of products and the condition of temperature control in distribution process from survey, evaluate the influence to quality and suggest balanced set value of temperature for cold storage from the viewpoints of energy saving measures, value of products and current distribution system.

Furthermore, we need to do research on the condition of temperature for cold storage for other fishery products than tuna and skipjack in order to collect basic document to consider low-carbonized and future energy saving in distribution for the whole fishery products.

(2) Medium and long term issues

In order to enhance industrial competitiveness of our country's fishing industry by switching fishing industry to energy-saving and changing to low-carbon industrial structure and also to recover as foundational industry in coastal and isolated islands regions by expanding the range of fishing industry which result in creating new employment, for medium to long period of time, FRA should play a central role under cooperation of chamber of commerce, industry, agriculture and fishery using existing and currently developing technologies as a base and need to work on the research development as described below.

1) Development and use of renewable energy

(1) Development of complex utilization technology of natural energy

Regarding fishing villages and isolated islands regions, we need to consider basic facility for fishing industry such as fishing ports, processing and storage facilities, introduction of wind, solar, sea, tide current power generation as a power supply for back settlements and effective supply and utilization system which includes complex utilization of those.

(2) Development of cyclic use of technology using biomass resources in regions

It is necessary to develop cyclic use technology of local production for local consumption of biomass resources such

bersamaan. Berdasarkan hasil uji coba sebagaimana yang diperlukan, penggunaan yang tepat kedua lampu LED dan lampu yang ada, dan penggunaan yang efektif lampu LED tergantung pada musim, wilayah laut dan jenis perikanan dapat disarankan.

Juga, kami memiliki latar belakang metode penggunaan lampu untuk mengumpulkan ikan dari sisi pengendalian sumberdayanya. Kita perlu mempertimbangkan sisi pengendalian sumberdaya agar pemanfaatan lampu LED perikanan tidak melebihi tingkat hasil tangkapan ikan yang seharusnya.

4) Pembuktian ilmiah suhu yang tepat untuk ruang penyimpanan dingin (*cold storage*)

Terdapat efek penghematan energi yang besar dari kenaikan temperatur ruang penyimpanan dingin (*cold storage*) untuk ikan cakalang dan tuna yang disimpan beku pada suhu rendah yang ekstrim (-50 derajat), namun belum jelas bagaimana kenaikan suhu penyimpanan akan mempengaruhi mutu jangka panjang. Kita juga perlu memperhatikan reaksi konsumen dan pelaku bisnis dalam proses distribusi. Dengan demikian, kita akan memperjelas hubungan antara temperatur *cold storage* dan perubahan mutu dalam jangka panjang untuk ikan tuna dan cakalang dari sisi penghematan energi dan nilai produk. Kita juga perlu memahami kondisi perubahan suhu produk dan pengaturan suhu pada proses distribusi dari melakukan survei, mengevaluasi pengaruhnya terhadap mutu dan menyarankan suhu berimbang untuk *cold storage* dari sudut pandang ukuran penghematan energi, nilai produk dan sistem distribusi saat ini.

Selanjutnya, kita perlu melakukan penelitian tentang kondisi suhu *cold storage* untuk produk perikanan selain tuna dan cakalang untuk mengumpulkan dokumen dasar guna pertimbangan penghematan energi rendah karbon di masa depan dalam proses distribusi seluruh produk perikanan.

(2) Isu jangka menengah dan panjang

Dalam rangka meningkatkan daya saing industri perikanan negara kita dengan beralih pada industri perikanan hemat energi dan struktur industri rendah karbon dan juga untuk memulihkan industri dasar di daerah pulau-pulau pesisir dan terisolasi dengan memperluas jangkauan industri perikanan yang menciptakan lapangan kerja baru, dari jangka menengah ke jangka panjang, FRA harus memainkan peran sentral melalui kerjasama dengan kamar dagang, industri, pertanian dan perikanan yang menggunakan teknologi yang ada dan yang sedang berkembang saat ini sebagai dasar dan kebutuhan untuk melakukan pengembangan penelitian seperti yang dijelaskan di bawah ini.

1) Pengembangan dan penggunaan energi terbarukan

(1) Pengembangan teknologi pemanfaatan energi alam yang kompleks

Terkait desa nelayan dan wilayah pulau terisolir, kita perlu mempertimbangkan fasilitas dasar industri perikanan seperti pelabuhan perikanan, fasilitas pengolahan dan penyimpanan, pengenalan pembangkit listrik tenaga angin, matahari, laut, pasang surut sebagai pemasok *dayal power supply* bagi pemukiman dan sistem pemanfaatan dan pasokan yang efektif meliputi pemanfaatan energi alam yang kompleks tersebut.

(2) Pengembangan teknologi pemanfaatan secara *cyclic* atas sumberdaya biomassa di kawasan

Diperlukan pengembangan teknologi secara “siklus” (daur pemanfaatan berkelanjutan) dari produk

as production of biodiesel fuel (BDF) utilizing biomass of fishery products wastes, marine alga and seaweed.

(3) Development of regenerable energy supply technology for production in fishing and aquaculture industry

It is necessary to arrange system and technology between producers and suppliers in order to make it possible to use BDF and other resources mentioned above for production of fishing and aquaculture industry in regions.

2) Establishment of low carbon emission fishing industry and aquaculture industry production system

(1) Establishment of production system for fishing industry which is described as “Safe, Close, Short”

We need to construct database and monitoring system of ocean information and fish school location information in natural fisheries and artificial fisheries (medium rise and bottom rise fish reef area) near our country and also improve information transmission technology and fishing site formation estimate due to numerical model. Also, regarding the construction of artificial fishing sites and maintenance of fishing sites environment, they should actively be promoted in sea area where swarming of fish school and cultured resources effects are expected. By doing so, we can form fixed fishing sites in coast and offshore in our country, which will stabilize the production and reduce operating cost including search for capture fisheries. In addition, the effect may be expected in ensuring the safety of maritime labor.

(2) Development of fisheries forecasting model with high accuracy

Energy saving and cost saving are implemented by changing from a group of vessel operation to single vessel operation. In general, single vessel operation is hampered by low ability to search targeted fish compared to operation by a group of vessel. How to find targeted fish school more effectively is important issue in energy saving. These days, accuracy of numerical model to express ecosystem including fish which lives close to the surface is extremely high. Also, accuracy of oceanic condition forecasting model utilizing satellite information is improving and it used to forecast the appearance of large size jelly fish. As well as establishing fishery production system which is described as “Safe, Close, Short”, we should actively promote the development of fisheries forecasting model with high accuracy to reduce searching cost and make efforts to save energy by production system based on scheduled production. Moreover, technological development of real time monitoring system of targeted fish school by unmanned airborne vehicle to verify the forecast of fisheries forecasting model is an agenda to be examined in the future.

(3) Development of energy-saving and cost-saving fishing vessels (Super-eco fishing vessels)

With the purpose of preparing to alternate existing fishing vessels which will be needed in the future, it is necessary to utilize regenerable natural resources mentioned above (electric and hybrid propulsion), implement drastic energy saving and cost saving in hull form, engines and equipment and develop technology to operate/construct super-eco fishing vessel which is equipped with abilities to analyze and utilize various fisheries

lokal untuk konsumsi lokal atas sumberdaya biomassa seperti produksi bahan bakar biodiesel (BDF) yang memanfaatkan biomassa dari limbah perikanan, alga laut dan rumput laut.

(3) Pengembangan teknologi penyediaan energi terbarukan untuk produksi industri perikanan tangkap dan budidaya

Diperlukan pengaturan sistem dan teknologi antara produsen dan pemasok agar memanfaatkan BDF dan produk lainnya yang disebutkan di atas dalam produksi industri perikanan tangkap dan budidaya di kawasan.

2) Pembentukan sistem produksi dengan emisi karbon rendah pada industri perikanan tangkap dan budidaya

(1) Pembentukan sistem produksi industri perikanan “Aman, Dekat, dan Singkat”

Kita perlu membangun sistem database dan pemantauan informasi laut dan lokasi gerombolan ikan pada (karang) perikanan alami dan (karang) perikanan buatan (puncak medium dan terendah dari wilayah terumbu karang ikan) di dekat negara kita dan juga meningkatkan teknologi pengiriman informasi lokasi dan formasi gerombolan ikan berdasarkan model numerik. Selain itu, mengenai pembangunan lokasi perikanan buatan dan perawatan lingkungan lokasi perikanan, mereka harus secara aktif dipromosikan di laut di mana kerumunan kawanan ikan yang dibudidayakan diharapkan akan terpengaruh. Dengan melakukan hal tersebut, kita dapat membentuk lokasi perikanan di pesisir dan lepas pantai di negara kita, yang akan menstabilkan produksi dan mengurangi biaya operasi termasuk pencarian perikanan tangkap. Selain itu, efek yang diharapkan adalah jaminan keselamatan tenaga kerja laut.

(2) Pengembangan model pendugaan perikanan dengan akurasi tinggi

Penghematan energi dan biaya dilaksanakan dengan mengubah dari operasi kapal berkelompok ke operasi kapal tunggal. Secara umum, pengoperasian kapal tunggal terhambat oleh rendahnya kemampuan untuk mencari target ikan dibandingkan dengan pengoperasian kapal berkelompok. Bagaimana cara menemukan kumpulan ikan target secara lebih efektif merupakan isu penting dalam penghematan energi. Pada saat ini, akurasi model numerik untuk menggambarkan ekosistem termasuk ikan yang hidup dekat permukaan sangat tinggi. Juga, akurasi model pendugaan kondisi samudera yang memanfaatkan informasi satelit semakin meningkat dan model ini digunakan untuk meramalkan munculnya ubur-ubur berukuran besar. Sejalan dengan pembangunan sistem produksi perikanan yang "Aman, Dekat, Singkat", kita harus secara aktif mempromosikan pengembangan model pendugaan perikanan berakurasi tinggi untuk mengurangi biaya pencarian dan berupaya untuk menghemat energi dengan sistem produksi berjadwal. Selain itu, pengembangan teknologi sistem pemantauan gerombolan ikan target secara *real-time* melalui pesawat udara tak berawak untuk memverifikasi hasil perkiraan model pendugaan perikanan merupakan agenda yang perlu dianalisa di masa depan

(3) Pengembangan kapal penangkap ikan yang hemat energi dan hemat biaya (kapal *super-eco*)

Dengan tujuan mempersiapkan penggantian kapal penangkap ikan yang dibutuhkan di masa depan, perlu memanfaatkan sumberdaya alam terbarukan yang disebutkan di atas (tenaga dorong listrik dan hibrid), menerapkan penghematan energi drastis dan penghematan biaya pada lambung, mesin dan peralatan kapal dan mengembangkan teknologi untuk mengoperasikan/ membangun kapal penangkap

information mentioned above. We need to consider promoting energy saving by effective utilization of facility. To be more specific, we need to disperse risks by constructing a multiple versatile fishing vessel (multiple-purpose vessel) instead of vessel of which operation is only targeted at one specific kind of fish in order to convert to the production structure which is able to utilize the facilities all year round.

Energy saving by establishing transportation system on the ocean should also be taken into consideration. For example, in saury square net fishing, each vessel brings in the saury that they caught to markets. By establishing transportation system on the ocean, a large amount of energy can be conserved.

(4) Technological development for energy saving and cost saving in aquaculture industry

It requires the implementation of energy saving and cost saving by improvement in ability to keep the temperature of breeding water tank warm, introduction of automatic feeder and automatic taking up device in existing aquaculture production process. It is necessary to promote developing required technologies by considering development and direct utilization technology of regenerable energy which is mentioned above and also the forms and locations of aquaculture production which is preferred for the utilization. (For example: Moored/ Ocean floating method coastal aqua farming, onshore aqua farming etc.)

Furthermore, it is vital to produce new breeds which are excellent at growth and improve feeds in order to reduce feeds in aqua farming which requires feeding in parallel with creating measures to reduce (collect) environmental burdens by combination with resources biomass (marine alga, plants etc.) production.

3) Establishment of low-carbon fishing industry and aquaculture industry production system

Against a backdrop of scientific verification result regarding proper temperature for cold storage, it is necessary to examine technical problems for establishing low-carbon consuming distribution and storage system of frozen fishery products which is consistent from production, processing to consumption and resolve the problems. In such case, understandings of consumers and distribution industry are essential. To be more specific, we need to continue improving element technology and system and also examining the issues through alternating from transportation by cars and airplanes to transportation by rail and marine vessels (modal shift) and implementing milk run to collect from markets to rail and marine vessels. Moreover, it is necessary to pay attention to cooperation with distribution system of other industries.

Fishing industry energy technology research institute

Chairpersons

Kiyoshi Inoue	Fisheries Research Agency
Hisaharu Sakai	Tokyo university of Marine Science and Technology
Takeshi Hamada	Tokyo University of Marine Science and Technology
Yutaka Fukuda	National Fisheries University
Keichi Komai	The Energy saving Center, Japan

ikan *super-eco* yang dilengkapi dengan kemampuan untuk menganalisis dan memanfaatkan berbagai informasi perikanan yang disebutkan di atas. Kita perlu mempertimbangkan pengenalan penghematan energi dengan pemanfaatan fasilitas yang efektif. Untuk lebih spesifik, kita perlu menghilangkan resiko dengan membangun sebuah kapal penangkap ikan serbaguna (*multi-purpose vessels*) bukan kapal yang beroperasi hanya untuk menangkap satu jenis ikan target guna mengkonversi struktur produksi yang mampu memanfaatkan fasilitas sepanjang tahun.

Penghematan energi dengan membangun sistem transportasi laut juga harus dipertimbangkan. Misalnya, dalam perikanan teri dengan jaring persegi, masing-masing kapal membawa ikan tangkapan ke pasar. Dengan membangun sistem transportasi laut, sejumlah besar energi dapat dihemat.

(4) Pengembangan teknologi hemat energi dan hemat biaya pada industri perikanan budidaya

Hal ini membutuhkan pelaksanaan penghematan energi dan biaya dengan meningkatkan kemampuan untuk menjaga suhu pemijahan tangki air hangat, introduksi alat pemberian dan pengangkutan pakan otomatis dalam proses produksi budidaya yang ada. Hal ini diperlukan untuk mendorong teknologi yang diperlukan dengan mempertimbangkan pengembangan dan pemanfaatan langsung teknologi energi terbaru yang disebutkan di atas serta bentuk dan lokasi produksi perikanan budidaya yang sesuai. (Misalnya: budidaya dengan metode ditambatkan di pesisir laut, budidaya di darat, dll).

Lebih lanjut, sangat penting untuk menghasilkan turunan baru yang pertumbuhannya sangat baik dan meningkatkan (kualitas) pakan untuk mengurangi (jumlah) pakan dalam proses pembudidayaan yang sejalan dengan semangat untuk mengurangi beban lingkungan melalui kombinasi produksi sumberdaya biomassa (alga laut, tanaman dll).

3) Pembangunan sistem produksi industri perikanan tangkap dan budidaya berkarbon rendah

Berlatar belakang hasil verifikasi ilmiah tentang suhu yang sesuai untuk ruang penyimpanan dingin, penting untuk memeriksa masalah teknis bagaimana membangun sistem pengiriman dan penyimpanan produk perikanan beku berkarbon rendah yang konsisten sejak tahap produksi, pengolahan sampai konsumsi serta memecahkan masalah. Dalam hal demikian, pemahaman konsumen dan industri distribusi sangatlah penting. Secara lebih spesifik, kita perlu terus meningkatkan elemen teknologi dan sistem serta menganalisa isu-isu melalui penggantian moda transportasi dari mobil, pesawat terbang menjadi kereta api dan kapal laut (*modal shift*) dan menerapkan *milk run* untuk mengumpulkannya dari pasar ke kereta api dan kapal laut. Selain itu, perlu melakukan kerja sama dengan sistem distribusi industri lainnya.

Institut Penelitian Teknologi Energi Industri Perikanan

Ketua

Kiyoshi Inoue	Badan Penelitian Perikanan
Hisaharu Sakai	Universitas Tokyo, Teknologi dan Ilmu Kelautan
Takeshi Hamada	Universitas Tokyo, Teknologi dan Ilmu Kelautan
Yutaka Fukuda	Universitas Perikanan Nasional
Keichi Komai	Pusat Penghematan Energi, Jepang

Masashi Kigami	Japan Fisheries Association
Hiroji Aoyanagi	JF Zengyoren
Norio Nagashima	Fishing boat and system engineering association
Tokio Wada	Fisheries Research Agency National Research Institute of Fisheries

Engineering

Head office

Norimasa Baba	Fisheries Research Agency
Toshihiro Watanabe	Fisheries Research Agency

Fishing industry energy technology research institute Proper utilization project committee

Chairpersons

Norio Nagashima	Fishing boat and system engineering association
Kyoji Yano	Fishing boat and system engineering association
Koki Kondo	Fishing boat and system engineering association
Keichi Komai	The Energy saving Center, Japan
Hiroji Aoyanagi	JF Zengyoren

Head office

Kenichi Oda	Fisheries Research Agency National Research Institute of Fisheries
-------------	--

Engineering

Sumio Hirokawa	Fisheries Research Agency Institute of Research and development
Yukio Tasaka	Fisheries Research Agency National Research Institute of Fisheries

Science

Fishing industry energy technology research institute Committee of promotion of LED introduction research

Chairpersons

Norio Nagashima	Fishing boat and system engineering association
Hiroshi Inada	Tokyo University of Marine Science and Technology
Takafumi Shikata	Ishikawa Prefecture Fisheries Research Agency
Michio Ogawa	Fisheries Research Agency Institute of Research and development

Head office

Michio Ogawa	Fisheries Research Agency Institute of Research and development
Yosuke Ochi	Fisheries Research Agency Institute of Research and development

Fishing industry energy technology research institute Committee of controlling proper temperature for storage of fishery products

Chairpersons

Yutaka Fukuda	National Fisheries University
---------------	-------------------------------

Masashi Kigami Asosiasi Perikanan Jepang
Hiroji Aoyanagi JF Zengyoren
Norio Nagashima Asosiasi Perekayasaan Sistem dan Kapal Penangkap Ikan
Tokio Wada Badan Penelitian Perikanan, Institut Penelitian Perekayasaan Perikanan Nasional

Kantor Pusat

Norimasa Baba Badan Penelitian Perikanan
Toshihiro Watanabe Badan Penelitian Perikanan
Institut Penelitian Teknologi Energi Industri Perikanan, Komite Proyek Pemanfaatan yang Tepat

Ketua

Norio Nagashima Asosiasi Perekayasaan Sistem dan Kapal Penangkap Ikan
Kyoji Yano Asosiasi Perekayasaan Sistem dan Kapal Penangkap Ikan
Koki Kondo Asosiasi Perekayasaan Sistem dan Kapal Penangkap Ikan
Keichi Komai Pusat Penghematan Energi, Jepang
Hiroji Aoyanagi JF Zengyoren

Kantor Pusat

Kenichi Oda Badan Penelitian Perikanan, Institut Penelitian Perekayasaan Perikanan Nasional
Sumio Hirokawa Badan Penelitian Perikanan, Institut Penelitian dan Pengembangan
Yukio Tasaka Badan Penelitian Perikanan, Institut Penelitian Ilmu Perikanan Nasional
Institut Penelitian Teknologi Energi Industri Perikanan, Komite Kemajuan Penelitian Pengenalan LED

Ketua

Norio Nagashima Asosiasi Perekayasaan Sistem dan Kapal Penangkap Ikan
Hiroshi Inada Universitas Tokyo, Teknologi dan Ilmu Kelautan
Takafumi Shikata Badan Penelitian Perikanan Perfectur Ishikawa
Michio Ogawa Badan Penelitian Perikanan, Institut Penelitian dan Pengembangan

Kantor Pusat

Michio Ogawa Badan Penelitian Perikanan, Institut Penelitian dan Pengembangan
Yosuke Ochi Badan Penelitian Perikanan, Institut Penelitian dan Pengembangan Perikanan
Institut Penelitian Teknologi Energi Industri Perikanan, Komite Pengawasan Suhu Penyimpanan Produk Perikanan yang Tepat

Ketua

Yutaka Fukuda Universitas Perikanan Nasional

Yasunori Takaba	Toyo Reizo
Shinichi Yamaue	MAYEKAWA MFG. CO., LTD.
Kazu Tsuchiya	Federation of Japan Tuna Fisheries Co-operative Association
Yukitoshi Kotani	Tottori prefecture Industrial Technology Research Institute
Kaname Matsumoto	Shinyo Suisan

Head office

Masakazu Murata	Fisheries Research Agency National Research Institute of Fisheries Science
Yukio Tasaka	Fisheries Research Agency National Research Institute of Fisheries Science
Yoshinobu Hiraoka	Fisheries Research Agency National Research Institute of Fisheries Science
Sumio Hirokawa	Fisheries Research Agency Institute of Research and development

Estimate of energy saving effects and fuel consumption amount by major fishing types

As for each fishing vessel of which data of operational condition and fuel consumption condition were obtained, we estimated fuel consumption of main engine and auxiliary engine and estimated the effects, depending on each operational condition such as during sailing, operation and anchorage, by type of fishing, in order to estimate the effects in case energy saving measures are implemented for fishing vessels. The estimate of energy saving effects which is shown from following page is maximum value as a reference in case all the measures are implemented.

In case it is difficult to input numerical values, it is shown only in the color of cell. Green shows roughly 5%, light blue shows roughly less than 5%, red on the other hand shows increase of fuel consumption and white shows that it does not fall under any of these. Energy saving effects may vary significantly depending on statues of use, specification and size of fishing vessel. Also, as for fishing vessels which are already equipped with devices for energy saving such as bulbous bow, concerning corresponding article shown in yellow “if the equipment corresponds, it is effective”, please be noted that there is no energy saving effects.

Yasunori Takaba Toyo Reizo
Shinichi Yamaue MAYEKAWA MFG. CO., LTD.
Kazu Tsuchiya Federasi Asosiasi Koperasi Ikan Tuna Jepang
Yukitoshi Kotani Institut Penelitian Teknologi Industri, Prefektur Tottori
Kaname Matsumoto Shinyo Suisan

Kantor Pusat

Masakazu Murata Badan Penelitian Perikanan, Institut Penelitian Ilmu Perikanan Nasional
Yukio Tasaka Badan Penelitian Perikanan, Institut Penelitian Ilmu Perikanan Nasional
Yoshinobu Hiraoka Badan Penelitian Perikanan, Institut Penelitian Ilmu Perikanan Nasional
Sumio Hirokawa Badan Penelitian Perikanan, Institut Penelitian dan Pengembangan

Perkiraan efek penghematan energi dan jumlah konsumsi BBM pada jenis perikanan utama

Setelah data kondisi operasional dan konsumsi BBM setiap kapal penangkap ikan diperoleh, kami memperkirakan konsumsi BBM mesin induk dan mesin bantu dan memperkirakan efeknya, tergantung pada tiap-tiap kondisi operasional seperti kondisi selama berlayar, operasi dan berlabuh, jenis perikanan, untuk memperkirakan efeknya, jika langkah-langkah penghematan energi diterapkan pada kapal penangkap ikan tersebut. Perkiraan efek penghematan energi yang ditunjukkan pada halaman berikut adalah nilai maksimum yang digunakan sebagai acuan jika semua aturan dilaksanakan.

Karena sulit memasukkan nilai numerik, hanya ditampilkan dalam kotak-kotak warna. Warna hijau menunjukkan sekitar 5%, biru muda menunjukkan kira-kira kurang dari 5%, merah sebaliknya menunjukkan peningkatan konsumsi BBM dan putih berarti tidak termasuk dalam salah satu kategori manapun. Efek penghematan energi bervariasi tergantung pada status penggunaan, spesifikasi dan ukuran kapal penangkap ikan. Untuk kapal-kapal penangkap ikan yang sudah dilengkapi dengan perangkat penghemat energi seperti *bulbous bow*, artikel terkait yang ditampilkan dalam warna kuning "jika peralatan sesuai, berarti efektif", harap dicatat bahwa tidak terjadi efek penghematan energi.

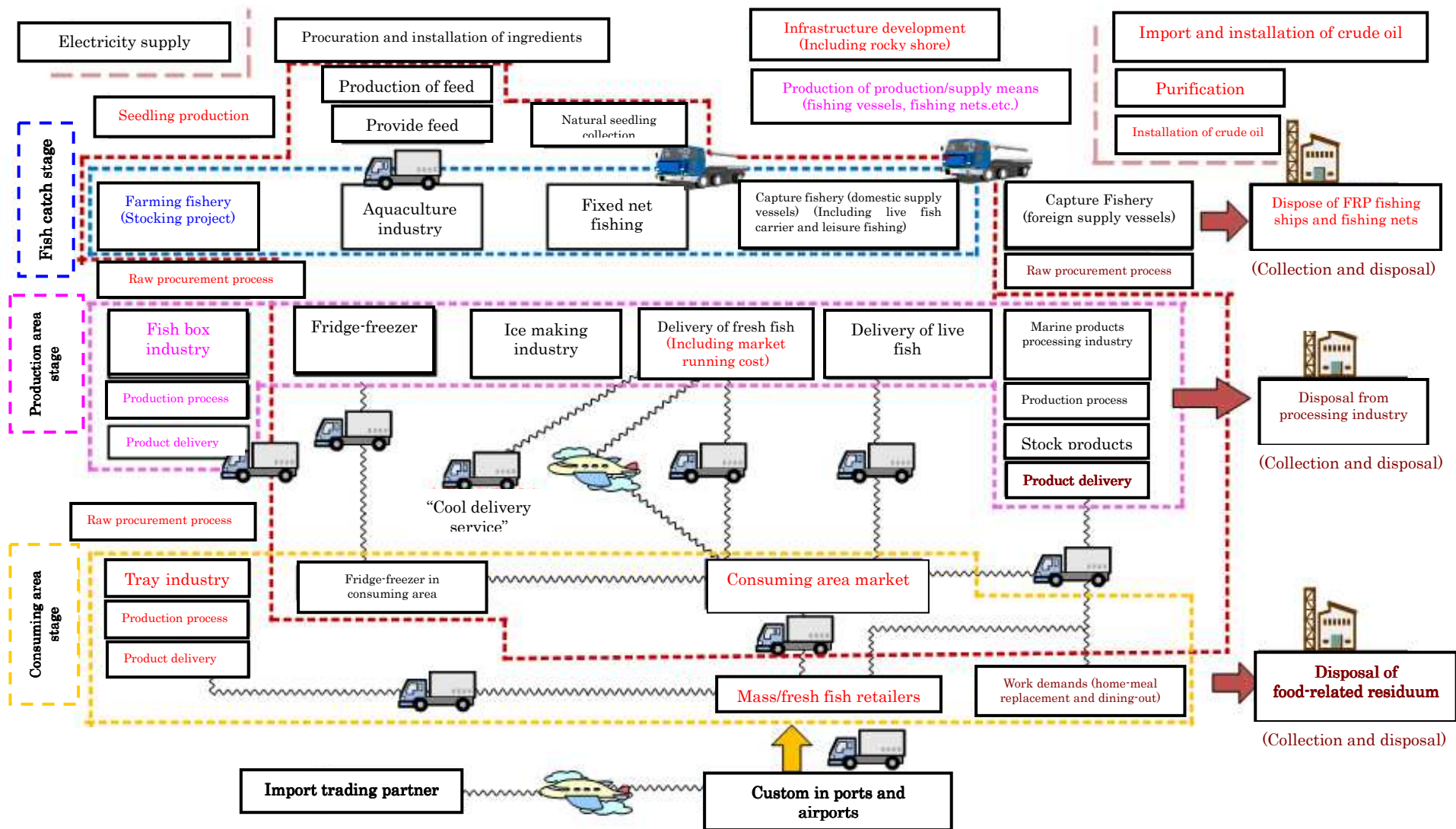
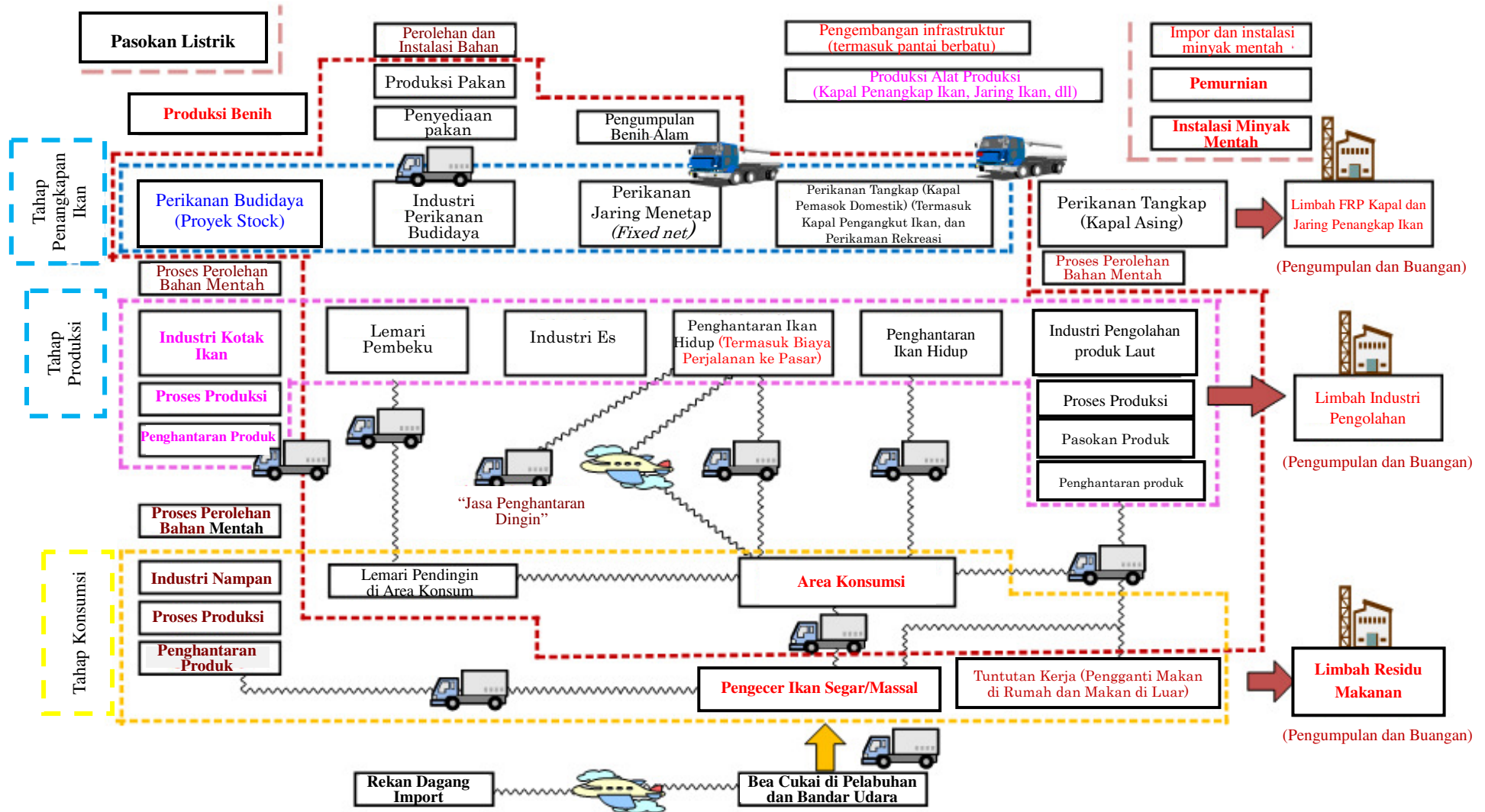


Image of coverage of global warming measurement research in the field of Agriculture, Forestry and Fisheries. (National research project)
 Words in black: fields which are under estimate now Words in red: fields which should be estimated in the future



Gambaran cakupan penelitian ukuran pemanasan global pada bidang pertanian, kehutanan dan perikanan (Proyek Penelitian Nasional) huruf warna hitam : bidang yang sedang diteliti saat ini, huruf warna merah : bidang yang sebaiknya diteliti di masa depan

THE SECRETARIAT

P.O. Box 1046, Kasetsart PostOffice,
Bangkok 10903,
Thailand
Tel: (662) 940-6326
Fax: (662) 940-6336
E-mail: secretariat@seafdec.org
Internet: <http://www.seafdec.org>

TRAINING DEPARTMENT (TD)

P.O.Box 97, Phrasamutchedi,
Samut Prakan 10290,
Thailand
Tel: (662) 425-6100
Fax: (662) 425-6110, 425-6111
E-mail: td@seafdec.org
Internet: <http://www.seafdec.or.th/>

**MARINE FISHERIES RESEARCH
DEPARTMENT (MFRD)**

2 Perahu Road, Off Lim Chu Kang Road,
Singaport 718915
Tel: (65) 790-7973
Fax: (65) 861-3196
E-mail: mfrdlibr@pacific.net.org
Internet:
<http://www.seafdec.org/index.php/mfrd>

AQUACULTURE DEPARTMENT (AQD)

Tigbauan, 5021 Iloilo,
Philippines
Tel: (63-33) 335-1009, 336-2965
Fax: (63-33) 335-1008
Email: aqdchief@aqd.seafdec.org.ph
Internet: www.seafdec.org.ph

**MARINE FISHERY RESOURCES
DEVELOPMENT AND MANAGEMENT
DEPARTMENT (MFRDMD)**

Fisheries Garden, Chendering
21080 Kuala Terengganu,
Malaysia
Tel: (609) 616-3150-2
Fax: (609) 617-5136