

Jurnal Keselamatan Maritim Internasional, Lingkungan Urusan, dan Pengiriman

ISSN: 2572-5084 (Online) Beranda jurnal: www.tandfonline.com/journals/tsea20

Pengiriman otonom dan dampaknya terhadap regulasi, teknologi, dan industri

Mingyu Kim, Tae-Hwan Joung, Byongug Jeong & Taman Han-Seon

Untuk mengutip artikel ini: Mingyu Kim, Tae-Hwan Joung, Byongug Jeong & Han-Seon Park (2020)
Pengiriman otonom dan dampaknya terhadap regulasi, teknologi, dan industri, Jurnal Keselamatan Maritim Internasional,
Urusan Lingkungan, dan Pengiriman, 4:2, 17-25, DOI: 10.1080/25725084.2020.1779427

Untuk menautkan ke artikel ini: <https://doi.org/10.1080/25725084.2020.1779427>



© 2020 Penulis. Diterbitkan oleh Informa UK Limited, yang
diperdagangkan sebagai Taylor & Francis Group.



Diterbitkan daring: 14 Jun 2020.



Kirimkan artikel Anda ke jurnal ini 



Jumlah tampilan artikel: 25474



Lihat artikel terkait 



Lihat data Crossmark 



Mengutip artikel: 40 Lihat artikel yang mengutip 

Pengiriman otonom dan dampaknya terhadap regulasi, teknologi, dan industri

Mingyu Kima  Tae-Hwan Joung^b, Byongug Jeong^c dan Han-Seon Park^d 

Pusat Kerjasama Keselamatan Maritim Internasional Korea (KMC), Sejong, Republik Korea; ^b Institut Penelitian Kapal Korea dan Teknik Kelautan (KRISO), Daejeon, Republik Korea; ^c Departemen Arsitektur Angkatan Laut, Teknik Kelautan dan Kelautan, Universitas Korea ^d Departemen Strathclyde, Glasgow, Inggris; Keselamatan Maritim, Institut Maritim Korea (KMI), Busan, Republik Korea

ABSTRAK

Pengenalan kapal permukaan otonom maritim (MASS) yang disertai bahan bakar alternatif pada industri maritim akan membuka era baru dan mengarah pada pergeseran paradigma baru dalam hal keselamatan, keamanan, dan perlindungan lingkungan. Namun, ada juga beberapa kekhawatiran pada teknologi baru yang juga dapat menciptakan jenis risiko baru seperti risiko nonnavigasi dan ancaman keamanan siber. Makalah ini menyajikan tren terkini untuk mengembangkan kapal otonom dengan pengenalan proyek-proyek terbaru di seluruh dunia. Makalah ini juga menyelidiki dampak individual dan gabungan MASS pada regulasi, teknologi, dan industri sebagai respons terhadap pergeseran paradigma baru di sektor maritim. Selain itu, isu-isu utama lainnya termasuk keselamatan, keamanan, pekerjaan dan pelatihan, serta hukum dan etika ditangani untuk menemukan solusi bagi pengiriman yang efisien, andal, aman, dan berkelanjutan dalam waktu dekat. Disarankan agar pendekatan holistik untuk mengembangkan teknologi dan kerangka regulasi diterapkan, dan komunikasi serta kerja sama berbagai pemangku kepentingan berdasarkan pemahaman bersama sangat penting untuk keberhasilan kedatangan MASS di industri maritim.

RIWAYAT ARTIKEL

Diterima 8 Desember 2019
Diterima 27 Mei 2020

KATA KUNCI

Kapal permukaan otonom maritim (MASS); kapal otonom; pusat kendali pantai (SCC); latihan penentuan ruang lingkup regulasi (RSE); keselamatan dan perlindungan lingkungan

Perkenalan

Pergeseran paradigma baru saat ini sedang berlangsung dengan teknologi yang berkembang pesat, dengan mempertimbangkan bahan bakar alternatif laut yang menjanjikan kapal yang lebih aman, lebih ramah lingkungan, dan lebih efisien dalam menanggapi persyaratan ketat undang-undang internasional lebih dari sebelumnya. Pergeseran awal dimulai dengan Revolusi Industri Pertama pada tahun 1800-an ketika tenaga mekanis diperkenalkan dan kapal mulai digerakkan oleh uap dengan menggunakan batu bara sebagai bahan bakar. Tahap berikutnya yang diwakili oleh Revolusi Industri Kedua dimulai ketika, pada awal tahun 1900-an, penemuan mesin diesel membuat kapal lebih efisien dan andal dengan menggunakan minyak sebagai bahan bakar baru. Kontrol kapal secara komputerisasi diperkenalkan pada tahun 1970-an dalam Revolusi Industri Ketiga yang diwakili oleh revolusi internet-digital. Sekarang kita melangkah lebih jauh menuju paradigma baru yang terkait dengan sistem siber-fisik dan otonomi sebagai bagian dari "Shipping 4.0" (Rødseth 2017) dengan diperkenalkannya gas sebagai bahan bakar seperti gas alam cair (LNG).

Mengingat pertanyaan mengapa pelayaran otonom dipertimbangkan dan diselidiki, Porathe, Prison, dan Man (2014) menyajikan empat alasan: perlunya lingkungan kerja awak kapal yang lebih baik di atas kapal dan untuk mengurangi risiko kekurangan pelaut di masa depan;

upaya untuk mengurangi biaya transportasi; kebutuhan global untuk mengurangi emisi; dan permintaan untuk meningkatkan keselamatan dalam pengiriman.

Menurut laporan tahun 2010 dari Organisasi Maritim Internasional (IMO) yang disampaikan oleh Dewan Maritim Baltik dan Internasional (BIMCO) dan Federasi Pengiriman Internasional (ISF), industri pengiriman diperkirakan akan menghadapi pasar tenaga kerja yang semakin ketat dengan kekurangan petugas kapal yang berulang (Lang 2010) karena lingkungan kerja yang berbahaya dan waktu yang lama jauh dari daratan. Industri pengiriman telah mengalami tekanan ke bawah pada tarif angkutan dan kelebihan kapasitas di bawah situasi persaingan yang ketat dengan skala ekonomi.

Dengan diperkenalkannya alternatif rendah atau nol karbon, bahan bakar positif, pengurangan polusi dan emisi kapal, serta peningkatan keselamatan kapal lebih menuntut dari sebelumnya (Kim et al. 2017).

Dalam kondisi seperti ini, hadirnya kapal otonom yang dinamakan Maritime Autonomous Surface Kapal (MASS) akan menjadi insiden monumental yang dapat mengganggu atau mendorong perubahan paradigma dalam industri pelayaran dan sistem transportasi laut secara keseluruhan. Penerapan dan pengoperasian MASS yang aman, efektif, dan efisien akan bergantung pada komunikasi dan kolaborasi antar pemangku kepentingan, terutama mereka yang terlibat dalam industri pelayaran dan pelabuhan.

Oleh karena itu, demi keberhasilan pengenalan dan penyelesaian MASS yang lancar serta infrastruktur terkait, dalam industri maritim, isu utama terkait pengiriman otonom dan dampaknya terhadap regulasi, teknologi, dan industri harus diselidiki beserta hubungannya.

Di sisi regulasi, IMO (2017) memutuskan untuk memulai Regulatory Scoping Exercise (RSE) untuk menentukan operasi MASS yang aman, terjamin, dan ramah lingkungan. RSE akan menjadi isu yang kompleks karena akan memengaruhi banyak area termasuk keselamatan, keamanan, interaksi dengan pelabuhan, dan pemanduan dalam menanggapi insiden dan lingkungan laut. Sebagai lembaga internasional Konvensi maritim seperti Konvensi Internasional Konvensi Keselamatan Jiwa di Laut (SOLAS), Peraturan Internasional untuk Mencegah Tabrakan di Laut (COLREG), dan Standar Pelatihan dan Sertifikasi Penjaga Jam (STCW) akan diterapkan pada MASS (IMO, 2018a), Negara Anggota IMO akan diminta untuk meninjau ruang lingkup hukum domestik, dengan mempertimbangkan kepatuhan terhadap RSE.

Dari segi teknologi, dengan menggunakan sistem Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) terkini, kapal akan dibangun dengan kemampuan kontrol, komunikasi, dan antarmuka yang lebih baik, dan akan segera dioperasikan melalui layanan darat atau lepas pantai jarak jauh (Komianos 2018). Kapal tanpa awak sudah digunakan untuk keperluan militer, kedirgantaraan, atau ilmiah. Kendaraan tanpa awak yang dapat tenggelam, seperti kendaraan bawah air otonom (AUV) atau kendaraan yang dioperasikan dari jarak jauh (ROV), juga digunakan dan terus dikembangkan untuk eksplorasi laut dalam.

Namun, teknologi yang menggantikan awak harus mengungguli awak dalam hal keselamatan, efisiensi, dan perlindungan lingkungan (DNV GL 2018).

Di sisi industri, mudah untuk menemukan tingkat tertentu sistem tanpa awak dalam moda transportasi lain seperti industri pesawat terbang, kereta api, dan mobil di mana kendaraan otonom sudah dalam tahap pengembangan. Mengenai industri maritim, MASS diharapkan dapat mengubah pembangunan kapal, peralatan dan perangkat, serta infrastruktur pengiriman dan pelabuhan secara substansial. Industri maritim yang terkait dengan otonomi, otomatisasi, operasi tanpa awak, big data,

konektivitas dan analitik tingkat perusahaan akan terus diperluas (Komianos 2018). Oleh karena itu, untuk memperkenalkan MASS dengan sukses, komunikasi dan kerja sama yang tepat dengan para pemangku kepentingan terkait, terutama industri pelayaran, pembuatan kapal, dan pelabuhan harus didahulukan.

Dalam penelitian ini, proyek-proyek terbaru pertama kali diperkenalkan pada tren global untuk mengembangkan kapal otonom. Kedua, dampak MASS pada regulasi, teknologi, dan industri telah diselidiki dengan hubungannya untuk mengidentifikasi pekerjaan masa lalu dan masa depan untuk mempersiapkan pergeseran paradigma baru di sektor maritim. Akhirnya, isu-isu utama lainnya yang terkait dengan keselamatan, keamanan, pekerjaan, pelatihan, etika, tanggung jawab, dan asuransi dibahas dalam upaya untuk menemukan wawasan untuk pengiriman yang efisien, andal, aman, dan berkelanjutan di masa depan. Perlu dicatat bahwa penelitian ini berfokus pada identifikasi isu-isu

pengiriman otonom dan dampaknya terhadap regulasi, teknologi, dan industri maritim, serta kapal otonom yang tidak memiliki pelaut di dalamnya (yaitu lebih dari derajat MASS 3.0).

Tren global kapal otonom

Dalam dekade terakhir, dengan berbagai proyek multinasional dengan investasi besar-besaran serta penelitian dan pengembangan untuk kendaraan otonom, yakni mobil tanpa pengemudi, proyek pengembangan kapal otonom telah diluncurkan di seluruh dunia.

Banyak organisasi seperti Rolls Royce, DNV GL, Universitas Sains dan Teknologi Norwegia (NTNU), dan Kongsberg yang berpusat di Norwegia semuanya telah mengungkapkan rencana ambisius untuk mengembangkan kapal kontainer bertenaga listrik dan otonom pada tahun 2020 sebagaimana tercantum dengan karakteristik utama proyek mereka di Tabel 1. Perlombaan mereka semakin sengit saat mendekati garis finis. Organisasi lain di seluruh dunia sedang mengembangkan konsep dan sistem yang saling melengkapi, bahkan bersaing untuk mendukung operasi tanpa awak, ditambah dengan inisiatif infrastruktur, termasuk pelabuhan otonom dan komunikasi pita lebar tinggi.

Tabel 1. Proyek untuk pengembangan kapal otonom.

Nama proyek (Periode)	Lembaga yang berpartisipasi	Karakteristik utama
MUNIN (2012 ~ 2015)	8 mitra penelitian dan industri di Eropa	• Pengembangan konsep untuk pengangkut curah kering otonom (panjang: 200 meter)
Pemberontakan (2014 ~ 2018)	DNV GL, NTNU	• Pengembangan sistem sensor, navigasi, dan komunikasi • Kapal kontainer 100 TEU (panjang: 60 m) • Otonom
AAWA (2015 ~ 2018)	Rolls Royce, DNV GL, dll.	• Bertenaga baterai penuh (300 kWh) • Pengembangan standar keselamatan, kebijakan, ekonomi, dan masyarakat
YARA Birkeland (2017 ~ 2020)	Kongsberg, YARA, NTNU, DNV GL	• Pengembangan persyaratan untuk kinerja keselamatan dan keandalan • Kapal kontainer 120 TEU (panjang: 80 m) • Uji jarak jauh (2019), sepenuhnya otonom (2020) • 3 pusat operasi jarak jauh di darat • Rute: Heroya/Brevik/Larvic (12 mil laut)



Pada tahun 2012, Navigasi Maritim Tanpa Awak melalui Intelijen dalam Jaringan (MUNIN) yang didanai oleh Komisi Eropa mulai menyelidiki kelayakan kapal tanpa awak dalam titik multidisiplin: kematangan teknis; manfaat ekonomi; dampak sosial; dan keselamatan (setidaknya seaman kapal berawak) selama pelayaran laut dalam (Burmeister dkk. 2014; Porathe, Prison, dan Man 2014; MUNIN 2015).

Setelah proyek MUNIN, ReVolt dimulai sebagai proyek penelitian khusus untuk mengembangkan kapal tak berawak, tanpa emisi, dan laut pendek oleh DNV GL bekerja sama dengan NTNU untuk mengelola kemacetan lalu lintas di wilayah perkotaan pada jaringan jalan UE (DNV GL 2018; Komianos 2018).

Proyek representatif lain yang terkait dengan kapal otonom adalah Advanced Autonomous

Waterborne Applications Initiative (AAWA) yang diluncurkan oleh Rolls-Royce pada tahun 2015. Proyek ini mengundang berbagai mitra – universitas, perancang kapal, produsen peralatan, dan lembaga klasifikasi untuk mengkaji hambatan ekonomi, sosial, hukum, regulasi, dan teknologi yang harus diatasi untuk mewujudkan kapal otonom. Proyek ini bertujuan untuk mengembangkan desain awal dengan spesifikasi teknis untuk solusi kapal canggih generasi berikutnya (Komianos 2018).

Salah satu proyek terbaru yang terkait dengan kapal otonom adalah YARA Birkeland (Kongsberg Maritime AS 2018). YARA dan Kongsberg telah bermitra untuk membangun kapal pengumpan peti kemas bertenaga listrik pertama di dunia. Proyek ini dimulai pada tahun 2017 dengan target operasi jarak jauh pada tahun 2019 dan dijadwalkan beroperasi sepenuhnya secara otonom pada tahun 2020. Alih-alih menggunakan tangki pemberat, kapal ini dirancang untuk menggunakan baterai sebagai pemberat permanen. Selain itu, kapal ini dapat berlabuh secara otomatis atau berlayar tanpa campur tangan manusia dengan menggunakan sistem tambatan otomatis.

Dengan menghilangkan hingga 40.000 perjalanan truk di daerah perkotaan yang padat penduduk, diharapkan emisi NOx dan CO2 dapat berkurang secara signifikan, seraya meningkatkan keselamatan jalan dan mengurangi kemacetan lalu lintas, yang dengan demikian akan berkontribusi pada pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan PBB (PBB, 2015).

Dampak pada regulasi

Tenggelamnya Costa Concordia pada tahun 2012, ironisnya menandai satu abad setelah tenggelamnya Titanic

tenggelam di Samudra Atlantik Utara pada tahun 1912, telah menunjukkan bahwa bahkan setelah 100 tahun, kecelakaan dapat terjadi pada kapal yang dianggap sebagai mahakarya teknologi modern bersama dengan kemajuan regulasi dan teknologi yang luar biasa dalam keselamatan maritim (Schröder-Hinrichs, Hollnagel, dan Baldauf 2012).

Oleh karena itu, meskipun ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang maritim berkembang pesat, kapal otonom tidak dapat disangkal lagi harus tunduk pada peraturan internasional yang diperlukan agar kapal dapat beroperasi dengan aman di berbagai negara dan bahkan di wilayah dasar laut di luar yurisdiksi nasional. Meskipun beberapa aspek peraturan kapal berawak mungkin sesuai dengan kapal tak berawak, seperti klausul tertentu dari Kode Manajemen Keselamatan Internasional (ISM), diperlukan peraturan internasional khusus yang mempertimbangkan karakteristik kapal tak berawak seperti

Sehat.

Baru-baru ini, draf permintaan untuk RSE diajukan ke Komite Keselamatan Maritim (MSC) dan RSE diterima dalam program kerja MSC di MSC 98 (IMO 2017) untuk memastikan keselamatan, keamanan, dan kelestarian lingkungan MASS. Di MSC 99, rencana kerja untuk RSE disetujui (IMO 2018a) untuk menyelesaikan latihan ini pada tahun 2020. Rencana kerja yang diperbarui disajikan dalam Tabel 2.

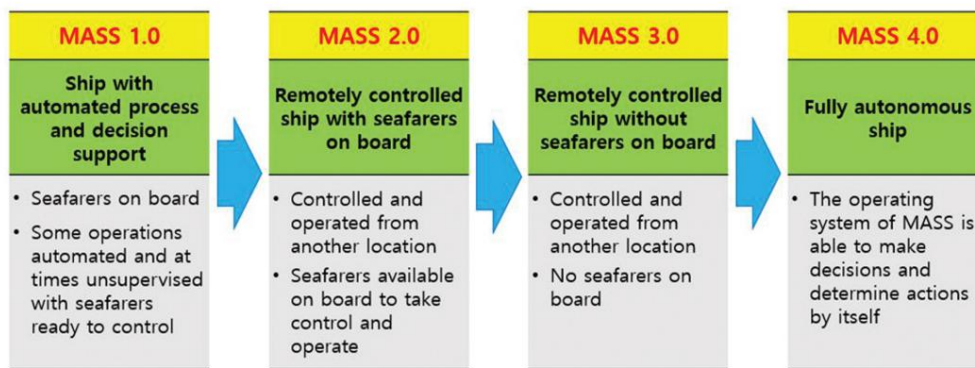
Tujuan RSE untuk MASS adalah untuk menilai derajat otonomi yang dapat memengaruhi kerangka regulasi yang ada dalam rangka menangani operasi MASS.

Untuk memfasilitasi proses RSE, derajat otonomi dikategorikan ke dalam empat fase di MSC 100 (IMO 2018b) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Perlu dicatat bahwa MASS dapat beroperasi dalam lebih dari satu derajat otonomi selama satu pelayaran.

Perubahan semua konvensi akan memerlukan tugas yang memakan waktu, yang mungkin bukan pendekatan yang praktis. Semua komite dan subkomite IMO harus bekerja sama untuk revisi besar ini. Karena alasan ini, pendekatan berbasis sasaran harus diterapkan untuk mengembangkan persyaratan regulasi baru. Baru-baru ini, MSC menyetujui revisi Pedoman umum untuk mengembangkan standar berbasis sasaran IMO (GBS) untuk menetapkan sasaran keselamatan dan persyaratan fungsional, dengan mempertimbangkan seluruh siklus hidup MASS (IMO 2019a). Selain GBS, penilaian risiko dan jaminan kualitas perangkat lunak (SQA) akan diperlukan untuk keselamatan MASS baik di dunia nyata maupun dunia maya.

Tabel 2. Pekerjaan untuk latihan penentuan ruang lingkup regulasi (IMO 2018a, 2019b).

Tugas	MSC 100 (Desember 2018)	MSC 101 (Juni 2019)	ICG-WG (September 2019)	MSC 102 (Mei 2020)	MSC 103 (November/Desember 2020)
Kerangka kerja (definisi, daftar instrumen, dll.)	—	—	—	—	—
Langkah pertama (identifikasi ketentuan dalam instrumen IMO)	—	—	—	(jika diperlukan)	—
Langkah kedua (analisis untuk menentukan cara yang paling tepat dalam menangani operasi MASS)	—	—	—	—	(jika diperlukan)
Pedoman sementara untuk uji coba MASS	—	—	—	—	—



Gambar 1. Derajat otonomi.

Bahkan dalam kasus ini, persyaratan harus dirumuskan setidaknya dalam dua versi: kendali penuh otonom atau kendali penuh jarak jauh; tersedia dalam berbagai kombinasi kendali otonom dan jarak jauh. Karena pasar pengiriman terus dibanjiri dengan teknologi baru dan lebih baik

teknologi, tidaklah realistis untuk merumuskan persyaratan teknis terperinci untuk algoritma, sensor, fusi data, dll., di tingkat IMO. Oleh karena itu, disarankan agar kode tersebut berbasis tujuan. Tujuan GBS adalah agar kapal otonom dan yang dikendalikan dari jarak jauh sama amannya dengan kapal konvensional dengan jenis yang sama atau serupa. (DNV GL 2018).

Dampak pada teknologi

Berdasarkan potensi ilmiah dan teknologi yang berkembang pesat selama beberapa dekade, perubahan substansial telah terjadi di dunia, yang memengaruhi semua bidang kemanusiaan serta lingkungan darat dan perairan.

Kapal otonom memiliki teknologi yang mirip dengan mobil self-driving dan menggunakan berbagai sensor fisik untuk mengendalikan fungsi otonom, termasuk Sistem Pemosisian Global (GPS); Sistem Navigasi Inersia (INS); kamera optik dan Infra-Merah (IR); Deteksi Cahaya dan Pengukuran Jarak (LIDAR); Deteksi Cahaya dan Pengukuran Jarak (RADAR); sonar resolusi tinggi; mikrofon; dan sensor angin dan tekanan. Entitas yang diharapkan yang diperlukan untuk MASS disajikan untuk setiap sistem, masing-masing, dalam Tabel 3.

Baru-baru ini, maritim mulai memanfaatkan teknologi lain untuk komunikasi umum.

Jaringan seluler komersial 3G/4G dapat menyediakan jangkauan dari kapal ke pantai hingga 30 km dari pantai

(Lloyds Register (LR) 2017). Di masa lalu, penyediaan Internet bagi awak kapal dan penumpang terlalu sulit atau mahal (Porathe, Prison, and Man 2014). Karena gaya hidup yang terisolasi menghalangi calon pelaut muda untuk memasuki industri pelayaran, akses internet dapat menjadi pembeda utama bagi awak kapal untuk mempertahankan karier mereka di kapal.

Salah satu tantangan terbesar dalam mengembangkan teknologi untuk MASS adalah menunjukkan bahwa sistem tak berawak setidaknya sama amannya dengan sistem kapal berawak dan memberi SCC kesadaran situasi yang memadai.

Jika terjadi situasi darurat seperti terdampar atau manuver mengelak, sistem kapal harus dipantau dan dikendalikan dari jarak jauh oleh operator SCC yang menerima informasi penting melalui satelit dalam interval waktu yang singkat. SCC juga harus memiliki alarm pintar.

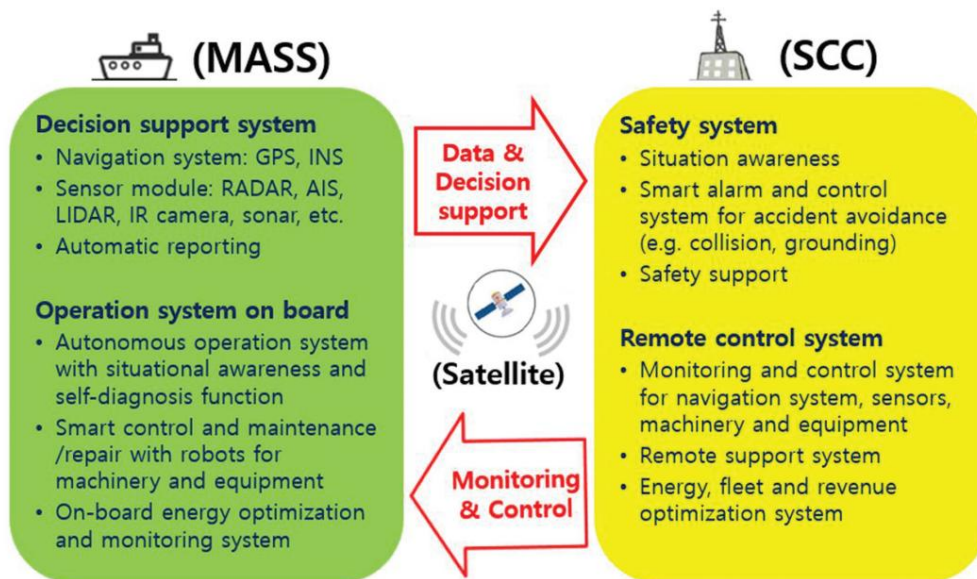
sistem dan kemampuan untuk beralih ke mode kontrol manual jika ada keraguan pada sistem otonom.

Gambar 2 menunjukkan sistem MASS dan SCC dengan peralatan dan fungsi penting serta hubungan keduanya yang dibentuk oleh data dan informasi melalui satelit.

Khususnya, berkenaan dengan sensor yang mendukung pemantauan dan keputusan dari SCC, keandalan sensor harus dipastikan melalui persetujuan desain serta pengujian jarak jauh dan di tempat serta inspeksi berkala. Kegagalan sensor menyebabkan ancaman serius terhadap keselamatan sistem. Sensor keselamatan yang paling penting harus mempertimbangkan redundansi homogen dan/atau heterogen, serta diagnostik, dan/atau prognosis. Perlu dicatat bahwa redundansi heterogen lebih andal daripada yang lain karena dapat mengurangi ketergantungan pada jenis sensor (DNV GL 2018). Selain itu, karena kurangnya data kegagalan dan tidak adanya

Tabel 3. Sistem dan entitas yang diharapkan diperlukan untuk MASS.

Deskripsi Sistem Perencanaan rute pelayaran dan pelayaran otonom sistem		Entitas yang diharapkan
	sesuai dengan undang-undang navigasi otonom	- GPS, INS - Pelayaran otonom dengan mempertimbangkan kecelakaan navigasi yang timbul (misalnya tabrakan, kandas) atau perubahan cuaca - RADAR, AIS, LIDAR, kamera IR, sonar resolusi tinggi, angin, dan tekanan sensor pasti - Menjaga efisiensi optimal - Pompa jet tambahan yang berfungsi sebagai kemudi dan redundansi propulsi - Perwira dan teknisi bahari yang terampil
Modul sensor canggih	Penjagaan di atas kapal dengan terus menerus memantau data sensor	
Mesin, sistem pemantauan dan kontrol	Sistem otomasi mesin dengan fungsi prediksi kegagalan tertentu	
Pusat Kontrol Pantai (SCC)	Pemantauan dan pengendalian MASS secara terus menerus	



Gambar 2. Sistem MASS dan SCC serta hubungannya.

akses mudah ke data, penggalian informasi lebih rinci dari para ahli dapat bermanfaat untuk menyelesaikan beberapa masalah yang berkaitan dengan bahaya yang mengancam operasi kapal otonom yang aman dan efisien.

Semua peralatan dan perangkat yang terpasang di kapal juga harus saling terhubung dan terintegrasi untuk memungkinkan pengumpulan, pengelolaan, dan analisis data. Semua peralatan dan perangkat tersebut harus dilengkapi dengan tingkat redundansi dan ketahanan yang tinggi, serta sangat modular untuk menghindari kegagalan.

Komunikasi yang lebih rendah diperlukan oleh tingkat otonomi yang lebih tinggi di mana sistem pemrosesan di atas kapal menganalisis data untuk deteksi, pelacakan, klasifikasi, dan pengenalan objek yang menarik. Namun perlu dicatat bahwa semakin tinggi tingkat otonomi yang dimiliki kapal, semakin penting dan signifikan kecelakaan yang dapat terjadi pada kapal.

menyebabkan.

Dampak pada industri

Selama ratusan tahun, industri pelayaran mengandalkan pengetahuan dan pengalaman awak kapal.

Saat ini, teknologi otonom siap mengubah sektor maritim dengan kapal tanpa awak.

Kapal tanpa awak sudah mulai beroperasi, sementara teknologi untuk kapal yang lebih besar sedang dalam tahap pengembangan. Sudah saatnya bagi industri maritim untuk merangkul otonomi dan memahami bagaimana otonomi akan membentuk industri masa depan dan cara terbaik untuk memanfaatkannya.

MASS akan berdampak pada desain kapal, pembuatan kapal, infrastruktur pelabuhan termasuk layanan dan antarmuka. Otomatisasi akan mengubah elemen di darat

pengiriman dari infrastruktur pelabuhan dan penanganan kargo hingga ke rantai logistik dan transportasi darat. Salah satu tujuan industri logistik

adalah layanan tepat waktu yang memungkinkan pengirim dan pelanggan untuk segera menyesuaikan pengiriman dan menerima pengiriman dari rantai transportasi logistik otonom ini (Lloyds Register (LR) 2017). Agar MASS dapat diperkenalkan dengan sukses di industri maritim, komunikasi dan kerja sama para pemangku kepentingan berdasarkan saling pengertian akan sangat penting. Para pemangku kepentingan utama dan hubungan mereka digambarkan dalam Gambar 3.

Pelaut di atas kapal/di darat, perusahaan asuransi, perusahaan kargo dan pengisian bahan bakar, lembaga penelitian, universitas, dan pusat pelatihan di sektor maritim akan menjadi pemangku kepentingan.

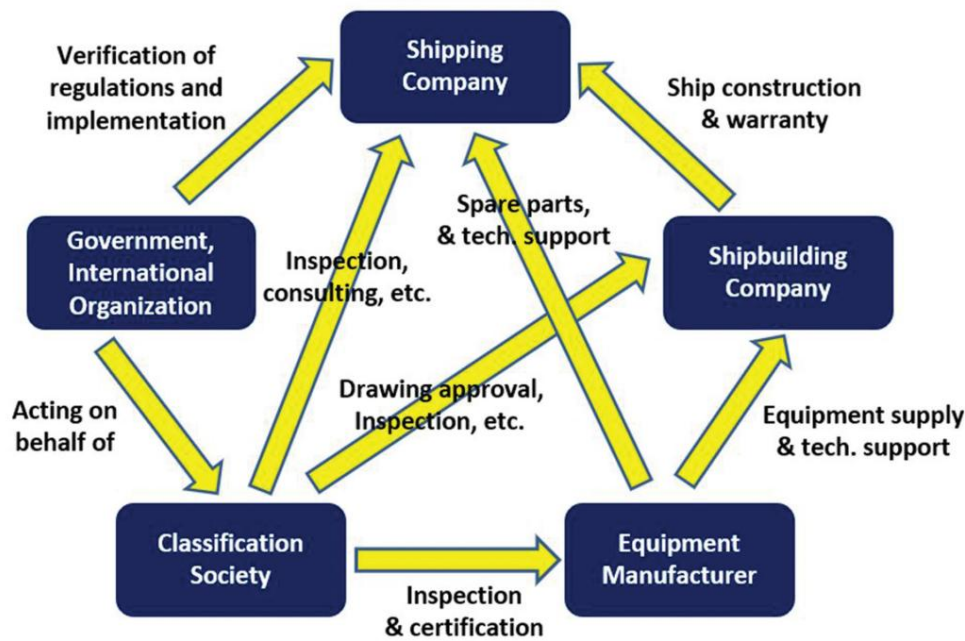
Selain itu, kapal otonom akan berkontribusi dalam mengubah industri yang ada menjadi jenis industri inovatif baru yang dapat meningkatkan kapal yang ada; integrasi dan kontrol sistem; manajemen dan pemeliharaan sistem; operasi dan manajemen SCC; manajemen armada; keamanan siber; analisis data besar; sensor pintar; dan komunikasi.

Selain itu, untuk keberhasilan pengenalan MASS, pengembangan, amandemen, dan interpretasi aturan dan regulasi maritim bersama dengan komunikasi dan kerja sama para pemangku kepentingan juga diperlukan untuk membuat kapal otonom efisien dan andal.

Masalah lain di MASS

Masalah keamanan

Dapat dilihat bahwa otomatisasi dapat membawa kita ke lingkungan yang lebih aman karena mampu mengatasi kebutuhan manusia. kekurangan seperti kelelahan, rentang perhatian, kelebihan informasi, dan bias normalitas pada kemungkinan kecelakaan (Porathe et al. 2018). Dalam laporan Penjaga Pantai Amerika Serikat (USCG), korban laut yang disebabkan oleh



Gambar 3. Pemangku kepentingan utama untuk kapal.

kesalahan manusia berkisar antara 75-96% (Rothblum et al. 2002). Kesalahan ini merupakan akibat dari kelelahan, kekurangan dalam pemeliharaan dan standar, pengetahuan dan informasi yang tidak memadai, dan keterampilan komunikasi yang buruk. Di sisi lain, dalam sebuah studi proyek MUNIN tentang penilaian keselamatan kuantitatif kapal pengangkut curah tanpa awak, kapal tanpa awak dapat diharapkan lebih aman daripada kapal konvensional meskipun mengakui bahwa mereka kekurangan informasi penting yang berkaitan dengan desain dan operasinya (Rødseth dan Burmeister 2015).

Teknologi baru juga membuka peluang bagi jenis kecelakaan baru. Hasil studi (Wróbel, Montewka, dan Kujala 2017) menunjukkan bahwa meskipun risiko navigasi seperti tabrakan dan terdampar dapat menurun, risiko nonnavigasi seperti kebakaran, ledakan, dan banjir dapat meningkat pada kapal otonom. Risiko potensial dengan diperkenalkannya MASS disajikan dengan beberapa contoh pada Tabel 4.

Oleh karena itu, penilaian risiko dapat digunakan untuk menunjukkan tingkat risiko tertentu dan menjadi alat penting untuk membuat keputusan desain yang relevan. Karena kompleksitas sistem kelautan otonom, pengetahuan, informasi, dan pengalaman yang relevan tidak tersedia. Mengingat hal ini, mungkin sulit untuk menentukan risiko secara lengkap.

tingkat MASS dengan mempertimbangkan berbagai ketidakpastian dalam skenario kecelakaan, probabilitas, dan tingkat keparahan (Porathe et al. 2018).

Masalah keamanan

Karena ketergantungan yang tinggi pada perangkat lunak dan konektivitas, risiko keamanan siber muncul sebagai masalah kendali jarak jauh dan pengelolaan kapal otonom. Karena konsep kapal otonom akan sangat bergantung pada sistem teknologi informasi di atas kapal dan di darat, serangan siber jauh lebih mungkin terjadi daripada kapal konvensional. Untuk fungsi kendali jarak jauh, teroris siber dapat meretas jalur komunikasi untuk mengendalikan fungsi tersebut secara langsung. Semakin bergantungnya operasi kapal pada perangkat lunak dan komunikasi, semakin rentan kapal tersebut terhadap ancaman ini (DNV GL 2018).

Lebih jauh lagi, seiring meningkatnya aktivitas jahat dan munculnya teknologi baru, seperti Internet of Things (IoT), tantangan keamanan baru akan muncul, dan perlindungan yang tepat terhadap sistem, jaringan, dan data di dunia maya akan lebih dibutuhkan dari sebelumnya.

Pada tahun 2016, IMO mengidentifikasi sejumlah area utama di sektor maritim yang terkait dengan potensi serangan siber.

Tabel 4. Risiko potensial setelah diperkenalkannya MASS (Komianos 2018).

Mengidentifikasi	Contoh
Meningkatnya ancaman keamanan siber	• Serangan peretas untuk menculik kapal dan membajak kargo • Kebocoran informasi sensitif pada kargo dan pelanggan
Kegagalan peralatan atau perangkat	• Kegagalan kapal karena kegagalan sistem operasi utama termasuk sistem propulsi • Kegagalan sistem informasi dan komunikasi yang diperlukan untuk operasi otonom
Kesalahan atau distorsi informasi	• Distorsi informasi yang dikomunikasikan dengan SCC termasuk informasi tentang pengoperasian kapal
Kesulitan mengenali kecelakaan	• Kegagalan atau keterlambatan operator darat dalam mengenali terjadinya kecelakaan
Tantangan manajemen kargo	• Masalah yang berhubungan dengan keselamatan seperti kargo terbakar tanpa adanya pelaut di dalamnya
Ancaman terhadap keamanan pelabuhan	• Persenjataan kapal otonom



Risiko terkait yang mencakup tetapi tidak terbatas pada sistem jembatan; sistem penanganan dan manajemen kargo; sistem manajemen propulsi dan permesinan serta sistem kontrol daya; sistem akses dan kontrol; sistem komunikasi; dan personel (IMO 2016).

MASS dapat mengubah pola aktivitas bajak laut, teroris, dan kriminal. Kasus-kasus yang melibatkan korban manusia, termasuk penyanderaan dan penculikan oleh bajak laut serta perampokan bersenjata, dapat dikurangi. Namun, ketidakhadiran awak kapal dapat menyebabkan peningkatan upaya untuk membajak kapal itu sendiri demi mendapatkan kargo berharga. Terdapat pula risiko yang melekat bahwa MASS dapat disalahgunakan untuk kejahatan seperti pengangkutan kargo ilegal, termasuk senjata dan narkoba. Pertimbangan teknis dan kelembagaan harus dilakukan untuk memperkuat keamanan pelabuhan dengan mengembangkan mekanisme pemeriksaan baru atau mengubah tempat pemeriksaan, jika diperlukan.

Masalah pada pekerjaan dan pelatihan

Meskipun berkembang pesat, industri maritim tengah berjuang untuk menemukan pelaut yang memiliki keterampilan memadai. Secara khusus, Lloyds Register (LR) (2017) memperkirakan akan terjadi kekurangan besar perwira dan awak yang berkualifikasi mulai tahun 2025. Selain itu, munculnya MASS telah menimbulkan kekhawatiran tentang penurunan jumlah pelaut dan pekerjaan yang diperkirakan akan digantikan oleh Kecerdasan Buatan (AI) dan sistem otonom.

Di sisi lain, peluang untuk bisnis baru dan penciptaan lapangan kerja akan diikuti oleh tren ini, yang akan membutuhkan kru dan operator yang sangat terampil terutama dengan keahlian dalam teknologi dan sistem TI. Defisit tenaga kerja yang diprediksi dapat diimbangi dengan menerapkan otomatisasi. Operasi jarak jauh dan otonom akan mengalihkan banyak pekerjaan pelayaran ke SCC berbasis darat, membuka industri tersebut bagi sekelompok orang baru yang akan menemukan karier maritim, di darat, sebagai proposisi yang lebih menarik. Diantisipasi juga bahwa kapal otonom akan meningkatkan kualitas hidup pelaut. Jika kapal dikendalikan dari pantai, kesulitan yang berasal dari tinggal di atas kapal untuk jangka waktu yang lama dan risiko kecelakaan laut akan berkurang.

Menghadapi penurunan jumlah pelaut, akan sangat penting untuk mengembangkan standar kualifikasi bagi operator MASS di darat dan menyediakan pelatihan dan pendidikan yang relevan. Operator harus disertifikasi sebagaimana mestinya berdasarkan Konvensi Internasional tentang Standar Pelatihan, Sertifikasi, dan Jaga Laut (STCW). Mungkin juga perlu mempertimbangkan untuk mengembangkan standar kualifikasi baru dalam Konvensi STCW atau Pengetahuan, Pemahaman, dan Kemahiran (KUP) yang baru.

Masalah hukum dan etika

Bisnis telah mengadopsi teknologi canggih dan baru untuk meningkatkan kinerja bisnis,

mengurangi biaya, dan meningkatkan keselamatan. Akan tetapi, kesenjangan antara waktu yang dibutuhkan untuk mengembangkan dan memanfaatkan teknologi dan kemampuan regulator untuk mengembangkan kode dan praktik menimbulkan kerentanan, sementara waktu dan jenis intervensi regulasi dapat mempercepat, memperlambat, atau mencegah adopsi teknologi dengan mempertimbangkan pengaruh timbal balik antara regulasi dan teknologi. Oleh karena itu, untuk memanfaatkan sepenuhnya manfaat teknologi, pendekatan regulasi yang efisien diperlukan tepat waktu.

Secara tradisional, kita selalu menganggap tanggung jawab kepada agen manusia atau organisasi yang dianggap sebagai badan hukum, seperti perusahaan pelayaran. Sulit untuk menganggap tanggung jawab atas kesalahan pada algoritma ketika ia tidak dianggap sebagai agen moral atau hukum. Tantangan ini banyak dibahas dalam kaitannya dengan industri otomotif. Perdebatan tentang keselamatan mobil tanpa pengemudi mencakup pengujian contoh-contoh tradisional dilema moral (Etzioni dan Etzioni 2017). Sebagai contoh untuk MASS, persyaratan Kode ISM (SOLAS Bab IX) untuk mengidentifikasi badan hukum yang bertanggung jawab atas pengoperasian kapal yang aman dan pencegahan polusi akan tetap ada (DNV GL 2018).

Dalam proses pengembangan dan adopsi kapal otonom, berbagai macam isu etika diperkirakan akan muncul. Di masa lalu, komunikasi untuk pengoperasian kapal didominasi oleh manusia, sementara, dalam kasus MASS, komunikasi diharapkan akan terdiversifikasi menjadi komunikasi manusia-mesin dan mesin-mesin.

Perlu meninjau skenario di mana komunikasi dengan mesin gagal atau ditolak. Pengembangan teknologi yang dilengkapi dengan kemampuan untuk menanggapi setiap skenario yang mungkin sangat menantang sehingga penetapan batas tanggung jawab hukum akan menjadi masalah lain, terutama penetapan kriteria dan ruang lingkup tanggung jawab yang wajar antara pemilik kapal dan pabrikan termasuk struktur keamanan yang sesuai untuk pertanggungjawaban asuransi.

Sebagai contoh, berikut ini pertanyaan mengenai masalah etika. Sebuah MASS diasumsikan berlayar di sepanjang rute yang paling ekonomis. Di dekat MASS, sebuah kapal penumpang berawak terbalik, sistem komunikasi tidak tersedia atau salah arah antara MASS dan kapal berawak, sementara awak dan penumpangnya di kapal yang terbalik tidak bisa berbuat apa-apa selain menunggu bantuan. Sayangnya, MASS mungkin tidak dapat mengenali situasi kecelakaan kapal penumpang yang berisiko. Siapa yang bertanggung jawab untuk tidak mengenali kapal atau memenuhi tugas penyelamatan?

Kesimpulan

Pengenalan MASS dengan bahan bakar alternatif untuk

Industri maritim akan membuka era baru dan membawa perubahan paradigma baru dalam hal efisiensi biaya, pencegahan kecelakaan, dan sumber daya manusia. Namun,

Masalah-masalah baru dan sangat khusus yang berkaitan dengan konvensi dan peraturan keselamatan, keamanan, dan perlindungan lingkungan harus diselesaikan. Oleh karena itu, pendekatan yang lebih holistik, internasional, dan terkonsolidasi untuk kerangka regulasi baru MASS harus dipertimbangkan sebelum MASS diperkenalkan ke dalam

pelayaran komersial untuk memastikan pencegahan kecelakaan maritim dan perlindungan lingkungan. Penting juga untuk memahami dampak MASS terhadap regulasi, teknologi, dan industri, serta hubungan antara pemangku kepentingan terkait.

Dalam makalah ini, tren terkini untuk pengembangan kapal otonom pertama-tama disajikan bersama dengan proyek global terkini. Sementara sejumlah proyek telah dilaksanakan sebagai studi pendahuluan, berbagai proyek sedang berlangsung atau akan segera dilaksanakan di seluruh dunia untuk mengembangkan kapal perintis, bahkan konsep dan sistem yang bersaing untuk mendukung operasi tanpa awak, ditambah dengan inisiatif infrastruktur, termasuk pelabuhan otonom dan komunikasi pita lebar tinggi.

Kedua, dampak MASS terhadap regulasi, teknologi, dan industri telah diidentifikasi dengan pengaruh multilateral. Mengenai regulasi internasional, RSE diterima dalam program kerja MSC untuk menentukan bagaimana pengoperasian MASS yang aman, terjamin, dan ramah lingkungan dapat ditangani dalam instrumen IMO. Amandemen semua konvensi yang relevan

akan memerlukan banyak tugas dengan waktu yang signifikan. Oleh karena itu, GBS, penilaian risiko, dan SQA merupakan prasyarat untuk keselamatan MASS baik di dunia nyata maupun dunia maya. Tantangan besar untuk mengembangkan teknologi bagi MASS adalah menunjukkan bahwa sistem tanpa awak setidaknya sama amannya dengan sistem kapal berawak dan menyediakan kewaspadaan situasional bagi SCC, terutama dalam kasus situasi darurat. MASS harus dipantau dan dikendalikan dari jarak jauh oleh operator SCC dengan sistem alarm pintar yang menerima informasi penting dan penting melalui satelit. Sistem dan sensor yang diperlukan untuk MASS dan SCC harus ditetapkan dan dikembangkan, dan dampak sinergisnya harus ditinjau secara saksama.

Khususnya, peralatan dan perangkat yang terpasang di atas kapal harus diintegrasikan untuk mengumpulkan, mengelola, dan menganalisis data dari MASS secara efisien. Peralatan dan perangkat tersebut akan memiliki tingkat redundansi dan daya tahan yang tinggi serta akan sangat termodularisasi untuk menghindari kegagalan. MASS akan berdampak pada desain kapal, pembuatan kapal, infrastruktur pelabuhan termasuk layanan dan antarmuka. Komunikasi dan kerja sama berbagai pemangku kepentingan berdasarkan saling pengertian akan sangat penting untuk keberhasilan pengenalan MASS ke industri maritim termasuk pengiriman, pembuatan kapal, pembuatan peralatan, lembaga klasifikasi, dll.

Ketiga, isu-isu lain seperti keselamatan, keamanan, pekerjaan dan pelatihan, serta hukum dan etika juga dikaji. Kapal tanpa awak diharapkan lebih aman daripada kapal konvensional. Namun teknologi baru juga membuka risiko baru seperti risiko non-navigasi seperti kebakaran, ledakan, dan

banjir, ancaman keamanan siber, dan kesalahan informasi.

MASS dapat berkontribusi untuk mengubah pola kegiatan pembajakan, teroris, dan kriminal. Pertimbangan teknis dan kelembagaan harus dilakukan untuk memperkuat keamanan dengan mengembangkan mekanisme inspeksi baru.

Sambil mengantisipasi penurunan jumlah pelaut, akan sangat penting untuk mengembangkan standar kualifikasi bagi operator MASS di darat dan menyediakan pelatihan dan pendidikan yang relevan. Mengenai masalah hukum dan etika, perbedaan antara waktu untuk kematangan teknologi dan waktu untuk mengembangkan peraturan dan praktik yang relevan dapat menyebabkan dampak negatif pada adopsi teknologi yang tepat waktu.

Oleh karena itu, diperlukan pendekatan baru terhadap regulasi agar manfaat teknologi dapat dimanfaatkan secara maksimal dan tepat waktu. Kapal otonom juga diharapkan dapat menimbulkan berbagai masalah etika, terutama kasus darurat seperti miskomunikasi antara manusia dan mesin serta mesin dan

mesin, dan pencarian serta penyelamatan kapal serta awak/penumpang yang memerlukan pertolongan mendesak.

Akhirnya, sejumlah tantangan signifikan masih harus diselesaikan, tetapi manfaat bagi lingkungan, bisnis, dan masyarakat akan memerlukan tindakan multidisiplin untuk mengatasi masalah ini di MASS.

Tugas terpenting dari pembangunan berkelanjutan di industri maritim masa depan adalah memahami semua dimensi ini dan keterkaitannya

mencapai risiko keselamatan minimal, dampak lingkungan minimal, dan manfaat komersial maksimal.

Sebagai pekerjaan masa depan setelah studi ini, analisis kuantitatif mengenai dampak MASS terhadap regulasi, teknologi, dan industri termasuk dampak ekonomi pada sisi industri akan dilakukan. dibahas secara rinci.

Ucapan Terima Kasih

Pekerjaan ini didukung oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan, Republik Korea, melalui program strategis IMO 2019 (No. 20190131307-00). Dukungan mereka sangat kami hargai.

Pernyataan pengungkapan

Tidak ada potensi konflik kepentingan yang dilaporkan oleh penulis.

Pendanaan

Pekerjaan ini didukung oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan, Republik Korea, melalui Program Strategis IMO 2019 [No. 20190131307-00].

ORCID

Byongug Jeong <http://orcid.org/0000-0002-8509-5824>



Referensi

- Burmeister, H., W. Bruhn, Ø. J. Rødseth, dan T. Porathe. 2014. "Kapal Niaga Tak Berawak Otonom dan Manfaatnya Kontribusi terhadap Implementasi E-navigasi: Perspektif MUNIN." *Jurnal Internasional Ekonomi Maritim e-Navigasi* 1: 1–13. doi:10.1016/j.enavi.2014.12.002 .
- DNV GL. 2018. "Kapal yang Dikendalikan Jarak Jauh dan Otonom dalam Industri Maritim." Group Technology and Research, Position Paper 2018.
- Etzioni, A., dan O. Etzioni. 2017. "Menggabungkan Etika ke dalam Kecerdasan Buatan." *Jurnal Etika* 21 (4): 403–418.
- IMO. 2016. Pedoman sementara tentang manajemen risiko siber maritim. MSC. 1/Circ. 1526.
- IMO. 2017. Laporan Komite Keselamatan Maritim tentang sesi kesembilan puluh delapan. MSC 98/23.
- IMO. 2018a. Latihan penetapan ruang lingkup regulasi untuk penggunaan Kapal Permukaan Otonom Maritim (MASS). MSC 99/WP.9.
- IMO, 2018b. Latihan penetapan ruang lingkup regulasi untuk penggunaan Kapal Permukaan Otonom Maritim (MASS). MSC 100/WP.8.
- IMO. 2019a. Pedoman umum untuk mengembangkan strategi berbasis tujuan IMO standar. MSC.1/Circ.1394/Rev.2.
- IMO. 2019b. Pedoman sementara untuk uji coba MASS. MSC 101/5/5.
- Kim, M., O. Hizir, O. Turan, S. Day, dan A. Incecik. 2017. "Perkiraan Hambatan Tambahan dan Kehilangan Kecepatan Kapal di Jalur Laut." *Ocean Engineering* 141: 465–476. doi:10.1016/j.oceaneng.2017.06.051 .
- Komianos, A. 2018. "Era Pengiriman Otonom: Tantangan Operasional, Regulasi, Kualitas." *Jurnal Internasional Navigasi Laut dan Keselamatan Transportasi Laut* 12 (2): 335–348. doi:10.12716/1001.12.02.15.
- Kongsberg Maritime AS. 2018. "Proyek Kapal Otonom." <https://www.km.kongsberg.com>
- Lang, D., 2010. "Pembaruan Pasokan dan Permintaan Pelaut di Seluruh Dunia." Laporan dari Dewan Maritim Baltik dan Internasional (BIMCO) dan Federasi Pelayaran Internasional (ISF).
- Lloyds Register (LR), QinetiQ, Universitas Southampton. 2017. *Tren Teknologi Kelautan Global 2030*: Sistem Otonom. <https://www.lr.org/en/wawasan/tren-kelautan-global-2030/tren-teknologi-kelautan-global-2030>
- MUNIN. 2015. D9.3: Penilaian kuantitatif. FP7 GA-No 314286.
- Porathe, T., Å. Hoem, R. Rødseth, Ø. Fjørtoft, dan K. Johnsen. 2018. "Setidaknya Seaman Pengiriman Berawak? Pengiriman Otonom, Keselamatan dan "Kesalahan Manusia" Keamanan dan Keandalan – Masyarakat yang Aman di Dunia yang Berubah. Dalam: Prosiding Konferensi Keamanan dan Keandalan Eropa ke-27 (ESREL 2018), Trondheim, Norwegia.
- Porathe, T., J. Prison, dan Y. Man. 2014. "Kesadaran Situasi di Pusat Kendali Jarak Jauh untuk Kapal Nirawak." Dalam Prosiding Faktor Manusia dalam Desain & Pengoperasian Kapal. London, Inggris.
- Rødseth, Ø. J. 2017. Menuju Pengiriman 4.0. Prosiding Teknologi Kapal Cerdas. London, Inggris: Royal Institution of Naval Architects. ISBN 978-1-909024-63-2.
- Rødseth, Ø. J., dan HC Burmeister. 2015. "Penilaian Resiko untuk Kapal Dagang Tak Berawak." *Jurnal Internasional Navigasi Laut dan Keselamatan Transportasi Laut* 9 (3): 357–364. doi:10.12716/1001.09.03.08.
- Rothblum, AM, D. Wheal, S. Withington, SA Shappell, DA Wiegmann, W. Boehm, dan M. Chaderjian, 2002. "Faktor Manusia dalam Investigasi dan Analisis Insiden." Dalam: Prosiding Lokakarya Internasional ke-2 tentang Faktor Manusia dalam Operasi Lepas Pantai (HFW2002), Houston, AS.
- Schröder-Hinrichs, J.-U., E. Hollnagel, dan M. Baldauf. 2012. "Dari Titanic hingga Concordia yang Tenggelam – Satu Abad Pelajaran yang Tidak Dipetik." *Jurnal Urusan Maritim WMU* 11: 151–167. doi:10.1007/s13437-012-0032-3.
- Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB). 2015. Transformasi dunia kita: Agenda 2030 untuk Pembangunan Berkelanjutan. A/Res/70/1.
- Wróbel, K., J. Montewka, dan P. Kujala. 2017. "Menuju Penilaian Dampak Potensial Kapal Nirawak terhadap Keselamatan Transportasi Laut." *Reliability Engineering and System Safety* 165: 155–169. doi:10.1016/j.ress.2017.03.029.