JOICHE

Journal of Industrial Process and Chemical Engineering

Jurnal homepage : ejurnal.itats.ac.id/JOICHE

Sistem Keamanan Pompa pada Industri Perminyakan dan Gas

Vanessa Febianti[1], Agus Budianto[2], Esthi Kusdarini[3], Erlinda Ningsih[4]

[1234]Jurusan Teknik Kimia, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Jl. Arif Rahman Hakim No. 100 Surabaya, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Halaman:
44 – 49

Tanggal penyerahan:
06 September 2023

Tanggal diterima:
30 Nopember 2023

Tanggal terbit:
30 Desember 2023

EMAIL

[1234]erlindaningsih84@itats.ac.id

ABSTRACT

The safety system will automatically stop the system before an abnormal situation results in unwanted damage or accidents. The instrumentation system in this safety system is a control system where physical parameters in the environment become measured parameters to provide feedback to the controller to carry out the control process if there is a difference between the actual output and the set point value that has been determined for the safety system on the pump. A control valve regulates fluid flow. The control valve is a type of valve that is used to control flow, pressure, temperature, and liquid level by opening/closing fully and partly in response to signals received from the controller that compares the "setpoint" for the process variable whose value is given by a sensor that can monitor changes in such conditions. The control valve works because when the flow matches the water rate, it will pass through the disk or plug, while if there is an opposite flow, the plug will be closed so that there will be no backflow into the pipe.

Keywords: *Safeguard System, Pump, and Control Valve.*

ABSTRAK

Industri perminyakan dan gas merupakan industri startegis dan risiko tinggi. Semua peralatan yang digunakan harus dilengkapi dengan peralatan keamanan. Sistem keamanan yang secara otomatis akan memberhentikan ssstem yang terbaca abnormal sehingga dapat menghindari kerusakan ataupun kecelakaan dan kerugian. Pada pengaplikasian dan proses dalam sistem keamanan adalah sistem kontrol yang secara parameter fisik pada lingkungan akan menjadi penelitian untuk memberikan saran atau masukkan kepada *controller* agar dapat melakukan proses kontrol terjadi apabila perbedaan antara output dan nilai set point yang sudah ditentukan untuk sistem keamanan pada pompa. Dalam pengaliran fluida di atur oleh kontrol *valve* yang digunakan untuk mengendalikan laju alir, tekanan, temperatur pada fluida sehingga *level* cairan dengan membuka penuh aliran yang dimana sebagai respon terhadap sinyal yang akan diterima oleh sensor. Pada sensor berfungsi sebagai pemantau perubahan tekanan pada sistem kerja pompa. Cara kerja *valve* pada aliran pompa yaitu laju air akan melewati *disk* atau *plug* sehingga apabila terjadi aliran berlawanan arah maka *plug* akan menutup dan dapat dihindari aliran balik yang akan masuk ke dalam pipa.

Kata kunci: *Sistem Keamanan, Pompa, dan Control Valve.*

PENDAHULUAN

Pompa merupakan alat yang sangat penting bagi kehidupan manusia bahkan pada industri perminyakan dan gas juga industri air kemasan botol, pupuk, minyak bahan bakar, listrik, proses pemurnian air limbah. Sehingga diketahui bahwa pompa sangat berguna bagi kehidupan manusia sehari-hari bahkan dalam industri. Pompa memiliki pengertian yaitu alat yang digunakan untuk mengalirkan fluida dari satu titik/tempat yang lainnya dan prinsip kerja pada pompa dengan membuat perbedaan tekanan. Sehingga perbedaan tekanan yang dihasilkan dari mekanisme putaran roda impeler, hal ini dapat membuat keadaan sisi tekanan pompa mendekati *kavitasi*. Pompa juga

diartikan secara sederhana merupakan alat transportasi untuk fluida cair. Maka dari itu jika fluida bukan fluida cair pompa belum bisa untuk melakukan pemindahan sebagai contoh fluida gas yang tidak akan membuat pompa dapat memindahkan hal tersebut. namun teknologi pada masa kini sudah berkembang yang dimana mulai memperkenalkan pompa multi-fasa yang dapat mempompa fluida cair ataupun gas. Hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan pompa yaitu dapat kavitasi, pada hal ini terjadi dikarenakan tekanan fluida pada pompa mengalami penurunan tekanan sehingga teknana penguapan fluida tersebut menyebabkan pompa hanya mentrip gas bukan minyak. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui sistem keamanan pompa pada industri perminyakan dan gas di Kota Cilacap.

Pompa bahan bakar, yang juga dikenal sebagai "*fuel pump*," memiliki fungsi vital dalam mengalirkan dan menyuplai bahan bakar dengan menciptakan tekanan yang siap diinjeksikan ke dalam sistem kendaraaan dan Industri. Pompa bahan bakar pada industri bahan bakar konvensional maupuan biofuel dan biodiesel [1]–[12]. Dalam konteks sistem bahan bakar, pompa ini bertugas untuk memindahkan bahan bakar ke tangki karburator atau sistem injeksi bahan bakar. Tekanan bahan bakar yang dihasilkan oleh pompa ini berkisar antara 3,19 hingga 3,4 kgf/cm2.Kapasitas pemompaan bensin oleh pompa bahan bakar sangat penting karena harus melebihi kebutuhan atau pemakaian agar sistem bahan bakar memiliki sirkulasi yang cukup untuk menjaga kelancaran operasi kendaraan. Pompa ini juga dilengkapi dengan *check valve* yang berfungsi untuk mempertahankan sisa tekanan dalam saluran bahan bakar saat mesin mati. Hal ini memudahkan saat menghidupkan kembali mesin. Ketika pompa berhenti beroperasi, *check valve* menutup untuk mempertahankan tekanan tinggi dalam saluran bahan bakar [13]. Tidak hanya membantu dalam menghidupkan kembali mesin, tetapi juga mencegah vapor lock pada suhu tinggi. Dengan demikian, pompa bahan bakar memiliki peran krusial dalam menjaga kelancaran pasokan bahan bakar ke mesin kendaraan.

Pompa merupakan sebuah perangkat yang berfungsi untuk mengalihkan cairan dari satu lokasi ke lokasi lain dengan meningkatkan *head* cairan tersebut. Cara kerja pompa melibatkan konversi energi mekanik dari motor menjadi energi yang digunakan untuk menggerakkan aliran cairan. Energi yang diterima oleh cairan digunakan untuk meningkatkan tekanan dan mengatasi hambatan aliran di dalam saluran yang dilaluinya [14], [15]. Selain itu, pompa juga sering digunakan dalam proses-proses yang membutuhkan tekanan hidraulik yang tinggi. Contohnya, pada peralatan industri besar, di mana diperlukan tekanan keluaran yang tinggi dan tekanan hisap yang rendah . Akibat tekanan rendah pada sisi hisap, pompa mampu mengangkat cairan dari kedalaman tertentu, sementara tekanan tinggi pada keluaran memaksa cairan naik hingga mencapai ketinggian yang diinginkan. Sehingga pada keadaan ini pompa membutuhkan sistem keamanan agar tidak terjadi kerusakan pada pompa bahkan tekanan yang cukup tinggi saat mengalirkan fluida.

Sistem keamanan adalah suatu system yang berfungsi sebagai sistem keamanan yang secara otomatis akan memberhentikan sistem pada alat ketika terjadi kavitasi atau rusak sehingga tidak dapat mengakibatkan kecelakaan pada pekerja atau alat proses lainnya [16] . Pada sistem keamanan merupakan sistem *control* yang memiliki parameter fisik pada lingkungan yang dapat memberikan respon terhadap controller agar dapat melakukan *control* proses pada sistem keamaan apabila dapat terjadi perbedaan pada nilai *set point* yang sudah ditetapkan untuk sistem keamanan. Valve yang umumnya dihubungkan dengan pipa, *fitting, vessel*, tangki, dan sebagainya, digunakan untuk mengendalikan aliran, tekanan, suhu, dan level cairan dalam suatu sistem. Pengendalian ini dilakukan dengan membuka atau menutup *valve* tersebut sebagian atau sepenuhnya. Respons terhadap sinyal yang diterima dari pengendali terjadi melalui perbandingan antara "*setpoint*" dan nilai "variabel proses" yang diberikan oleh sensor pemantau [17], [18]. Dengan demikian, *valve* ini dioperasikan sebagai respon terhadap sinyal dari pengendali, memungkinkan pengontrolan yang presisi terhadap aliran fluida dalam suatu sistem perpipaan atau peralatan.

METODE

Dalam penelitian ini, literatur review jurnal digunakan sebagai basis penelitian. Data-data primer dari berbagai bagian terkait, termasuk fungsi produksi, data *engineering*, seperti *service* pompa, kapasitas pompa, radiasi, dan kerusakan pompa, dimanfaatkan oleh penulis. Data-data

primer ini kemudian dibandingkan dengan literatur yang telah ada, seperti artikel ilmiah, peraturan, atau standar yang berlaku. Metode observasi dilakukan secara langsung oleh penulis pada objek di lapangan untuk mengumpulkan informasi terkait kemungkinan ketidaksesuaian antara kondisi di lapangan dengan standar yang berlaku, kemungkinan terjadinya kebakaran, serta kemungkinan kegagalan dalam penanggulangan kebakaran dan kavitasi pada pompa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyaluran pada bahan bakar untuk kendaraan yang menggunakan BBM di industri sehingga banyak memakai sistem pengaliran pompa, alat ini mengalirkan fluida jenis minyak. Pada pengaliran fluida memakai alat proses yaitu pompa maka pada pompa memiliki *flow* meter tujuannya untuk mengetahui kapasitas atau volume yang sudah ditentukan nilai atau kapasitasnya. Oleh karena itu pompa dalam gas akan digunakan dengan menggantikan komponen atau karburator pada pompa menggunakan komponen untuk mengalirkan gas [19], [20]. Komponen ini akan mengalirkan gas. Pada pompa pengaliran minyak dan gas memiliki prinsip kerja yaitu mengubah energi kimia menjadi energi kalor yang kemudian akan diubah menjadi energi mekanik atau gerak.

Fungsi sistem keamanan adalah sebagai pengaman sistem. Sistem keamanan akan secara otomatis menghentikan sistem sebelum terjadi keadaan abnormal, mencegah kerusakan atau kecelakaan dan kerugian [21], [22]. Sistem instrumentasi pada sistem keamanan ini berperan sebagai sistem kontrol, di mana parameter fisik di sekitarnya diukur untuk memberikan umpan balik kepada controller. Proses kontrol dilakukan jika terdapat perbedaan antara output aktual dan nilai *set point* yang telah ditentukan untuk sistem keamanan ini. Pompa merupakan alat mekanik yang diaktifkan oleh tekanan untuk mengalirkan cairan (fluida) dari satu tempat ke tempat lain. Pada aliran ini, cairan hanya mengalir jika terdapat perbedaan tekanan. Dalam pengaliran fluida di atur oleh *control valve*. *Control valve* merupakan jenis valve yang digunakan untuk mengendalikan aliran, tekanan, temperature dan *level* cairan dengan cara membuka/menutup penuh Sebagian sebagai respon tehadap sinyal yang diterima dari pengendali yang membandingkan nilai acuan yang telah digunakan pada variabel proses sehingga nilai tersebut akan diberikan oleh sensor pada operator yang sedang memantau perubahan dalam kondisi perubahan tekanan tersebit. *Control Valve* juga merupakan suatu peralatan mekanis yang melaksanakan suatu aksi untuk mengontrol atau memberikan efek terhadap suatu aliran fluida di dalam suatu system perpipaan atau peralatan [23]. Valve umumnya dihubungkan dengan pipa, fiting, vessel, tangka, dll. Cara kerja pada control valve pompa yaitu pada saat aliran sesuai dengan laju alir maka akan melewati disk atau plug, jika terdapat aliran berlawanan arah, maka *plug* tersebut akan tertutup sehingga dapat dihindari aliran balik.

Pada pompa salah satu contoh control valve yaitu *hand switch* yang dapat digunakan untuk menon-aktifkan sistem yang sedang berjalan dalam pengaliran ketika terjadi kondisi darurat (*Emergency Shuntdown*) dan alat dapat ditempatkan dalam ruang *control* maupun lapangan. Sistem *control* juga digunakan untuk proses pengaturan terhadap satu ataupun beberapa variabel sehingga berada pada suatu tekanan pompa yang diinginkan. Perlu adanya set point dalam sistem keamanan, tujuannya jika terjadi kegagalan dalam ssstem, sinyal akan dikirim untuk memberikan peringatan. Alarm peringatan kerusakan ringan dan e*mergency shutdown* untuk kerusakan parah. Hal ini mencegah terjadinya kerusakan yang lebih parah serta mencegah terjadinya kecelakaan kerja. Dalam pompa juga dilengkapi dengan *Flow Alarm Low* (FAL), alarm bekerja jika sinyal pengukuran tekanan dilapangan atau pada alat maka akan berbnumyi sehingga lampu alarm akan menyala. Bila besar sinyal yang diberikan berupa tekanan, maka *Flow Switch Low* akan menutup flow agar tidak mentigger pompa untuk mengalirkan fluida sehingga tidak dapat terjadinya kerusakan pada pompa. Selain menggunakan *control valve*, sistem keamanan juga memakai normal *shutdown*. Prosedur normal *shutdown* adalah prosedur yang digunakan untuk pemberishan berkala dan pemeriksaan pada pompa.

Parameter sistem keamanan digunakan untuk melindungi unit proses dan peralatan dari kerusakan fatal serta menjaga keselamatan operator. Ketika salah satu variabel sistem keamanan abnormal, sistem akan menghasilkan indikasi alarm untuk kondisi yang tidak dapat ditoleransi. Sistem juga

akan menonaktifkan peralatan, sementara variabel *interlock* sistem akan memberikan sinyal jika salah satu kondisinya abnormal, yang mengakibatkan mesin tidak dapat dijalankan. Pada peralatan yang digerakkan oleh pompa dalam aliran proses, dipasang *Tight Shut Off valve* untuk melindungi unit proses. *Valve* ini akan secara otomatis membuka dan menutup sesuai dengan program yang ada di *control room* dan *out station*. Beberapa peralatan juga dilengkapi dengan *control valve* sebagai bagian dari sistem keamanan, tetapi dengan pembatasan bukaan minimum. Sistem keamanan biasanya memiliki fasilitas *bypass (override)* yang digunakan saat pemeriksaan atau perbaikan peralatan pada saat start up unit, sehingga tidak menyebabkan plant shutdown. Namun, jika kondisi yang tidak dapat ditolerir terjadi, sistem akan melakukan shutdown.

Sistem keamanan pada pompa dirancang dengan menggunakan diagram interlogika yang bertujuan untuk melindungi unit proses dan peralatan dari potensi kerusakan fatal serta memastikan keselamatan kerja. Diagram interlogika ini terstruktur dalam beberapa bagian:

1. Input: Bagian ini mencakup hasil pembacaan lapangan yang digunakan untuk proses kontrol dalam sistem keamanan [24]. Nilai-nilai ini awalnya bersifat analog, misalnya tekanan dalam kg/cm2 atau psig. Nilai analog ini dikonversi menjadi angka digital untuk diolah oleh blok fungsi.
2. Soft Input: Nilai input ini berasal dari perangkat lunak (software) dan berupa angka digital bilangan bulat. Nilainya diolah oleh blok fungsi dari gerbang logika [25].
3. Process: Pada bagian ini, dilakukan penghitungan, pengolahan, atau pengendalian logika menggunakan blok fungsi, dengan mengolah angka digital. Terdapat juga pengalamatan (alamat) yang ditandai dengan kode huruf M, yang menunjukkan bahwa data hasil pengolahan hanya dialamatkan ke alamat PLC lainnya untuk proses selanjutnya sebelum dikeluarkan sebagai soft output atau output.
4. Soft Output: Bagian ini berisi angka digital yang berfungsi sebagai indikator yang terbaca di DCS (Distributed Control System). Kode huruf D menunjukkan bahwa ini adalah soft output dengan nilai berupa angka digital.
5. Output: Merupakan hasil pembacaan dan kontrol yang nilainya bersifat analog, umumnya berupa sinyal listrik analog dalam rentang 4 – 20 mA. Sinyal ini digunakan untuk mengendalikan elemen akhir di lapangan, seperti membuka atau menutup katup.

Bagian-bagian dari program *interlock* terdapat pada diagram interlogika, sementara untuk komponen kerasnya terdiri dari elemen sensor lengkap dengan pengondisian sinyal dan indikator di lapangan, yang berbentuk transmitter. Pengolahan sinyal dilakukan oleh PLC atau DCS, yang menetapkan nilai *set point* sebagai pedoman atau target yang harus dicapai. Jika nilai tersebut tidak tercapai, proses kontrol dilakukan hingga mendekati nilai set point. Namun, jika nilai tersebut sudah tercapai, proses kontrol dihentikan sehingga sistem cenderung stabil. Nilai yang diatur pada pengondisi sinyal berupa data atau angka digital. Angka yang telah diolah dikonversi kembali menjadi nilai analog, yang digunakan untuk mengendalikan aktuator di lapangan. Mayoritas aktuator yang digunakan dalam *safeguard* sistem ini berupa *control valve*. Sistem keamanan digunakan untuk mencegah, mengurangi, atau mengatasi potensi risiko. Tujuan dari sistem keamanan adalah melindungi lingkungan, memastikan keselamatan para pekerja, serta mencegah kebocoran, kebakaran, dan ledakan pada pipa. *Safeguard* sistem juga dilengkapi dengan sensor untuk memantau kondisi operasional pompa, sehingga dapat mengambil tindakan preventif untuk mencegah kelebihan beban dan kerusakan pada pompa serta komponen lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus kepada semua kontributor yang telah dengan gigih berbagi pengetahuan dan pengalam mereka ke dalam artikel ini. Tanpa kerjasama dan dedikasi dari anggota dan juga kontributor yang ada, informasi berharga yang ada dalam tulisan ini tidak akan dapat terwujud. Terima kasih sekali lagi atas sumbangsih yang berharga, semoga tulisan ini dapat menginsiparasi dan memberikan manfaat bagi pembaca.

KESIMPULAN

Sistem keamanan sangat dibutuhkan dalam industri oil maupun gas. Pemilihan sistem, rangkaian dan kehandalan sistem merupakan upaya yang terus dilakukan. Berdasarkan pengalaman penelitian di perminyakan dan gas jika tidak ada sistem keamanan maka akan menimbulkan kecelakaan dan kerugian bahkan dapat merusak alat proses. Penggunan *Valve* kontrol sanat penting unuk memberikan alarm pada ssstem dan keamanan ssstem.

DAFTAR PUSTAKA

[1] E. Kozliak *et al.*, "Non-catalytic cracking of jojoba oil to produce fuel and chemical by-products," *Ind. Crops Prod.*, vol. 43, no. 1, pp. 386–392, 2013, doi: 10.1016/j.indcrop.2012.07.042.

[2] J. K. Poppe, C. R. Matte, R. Fernandez-Lafuente, R. C. Rodrigues, and M. A. Z. Ayub, "Transesterification of Waste Frying Oil and Soybean Oil by Combi-lipases Under Ultrasound-Assisted Reactions," *Appl. Biochem. Biotechnol.*, vol. 186, no. 3, pp. 576–589, 2018, doi: 10.1007/s12010-018-2763-x.

[3] A. Budianto, S. Sumari, and K. Udyani, "Biofuel production from nyamplung oil using catalytic cracking process with Zn-HZSM-5/γ alumina catalyst," *ARPN J. Eng. Appl. Sci.*, vol. 10, no. 22, pp. 10317–10323, 2015.

[4] A. Budianto, S. Sumari, and K. Udyani, "Biofuel production from nyamplung oil using catalytic cracking process with Zn-HZSM-5/γ alumina catalyst," *ARPN J. Eng. Appl. Sci.*, vol. 10, no. 22, 2015.

[5] A. Bouaid, H. Acherki, A. García, M. Martinez, and J. Aracil, "Enzymatic butanolysis of coconut oil. Biorefinery approach," *Fuel*, vol. 209, pp. 141–149, 2017, doi: 10.1016/j.fuel.2017.07.040.

[6] A. Budianto, D. H. Prajito, K. Budhikarjono, and R. Achmad, "Rekayasa Katalis Komposit Berbasis Zeolit Untuk Proses Cracking Palm Oil Menjadi Biofuel : Pembuatan katalis Pd-HZSM-5," 2008.

[7] A. Budianto, S. Sumari, W. S. Pambudi, and N. Andriani, "Uji Coba Produksi Biofuel dari RBD Stearin dalam Reaktor Fixed Bed dengan Metode Cracking," in *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan*, 2019, pp. 735–740, [Online]. Available: https://ejurnal.itats.ac.id/sntekpan/article/view/646/447.

[8] E. Ningsih, K. Udyani, A. Budianto, S. Julaika, D. Y. Purwaningsih, and D. R. Zuchrilah, "Pelatihan Pembuatan Sabun Transparan pada SMA 17 untuk Meningkatkan Keterampilan," *JPP IPTEK (Jurnal Pengabdi. dan Penerapan IPTEK)*, vol. 1, no. 1, p. 47, 2017, doi: 10.31284/j.jpp-iptek.2017.v1i1.150.

[9] D. S. Hajj, D. A. Rp, and A. Budianto, "Pembuatan Biofuel dengan Proses Perengkahan dari Palm Fatty Acid Distillate (PFAD) Menggunakan Katalis CaO," pp. 607–614.

[10] S. Sumari, F. Fajaroh, I. Bagus Suryadharma, A. Santoso, and A. Budianto, "Zeolite Impregnated with Ag as Catalysts for Glycerol Conversion to Ethanol Assisted by Ultrasonic," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2019, vol. 515, no. 1, doi: 10.1088/1757-899X/515/1/012075.

[11] A. Budianto, "Pirolisiss Botol Plastik Bekas Minuman Air Mnieral Jenis Pet Menjadi Fuel," *Semin. Nas. Sains dan Teknol. Terap. V*, Oct. 2017, Accessed: Mar. 29, 2018. [Online]. Available: http://conference.itats.ac.id/index.php/sntekpan/2017/paper/view/156.

[12] A. Budianto, D. H. Prajitno, A. Roesyadi, and K. Budhikarjono, "Hzsm-5 catalyst for cracking palm oil to biodiesel: A comparative study with and without pt and pd impregnation," *Sci. Study Res. Chem. Chem. Eng. Biotechnol. Food Ind.*, vol. 15, no. 1, pp. 81–90, 2014, [Online]. Available: https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84931269131&partnerID=40&md5=8e1e4d9d8be923c4b5f22b9d628e29c4.

[13] A. Mohammed, "Data driven-based model for predicting pump failures in the oil and gas industri," *Eng. Fail. Anal.*, vol. 145, p. 107019, 2023, doi: https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2022.107019.

[14] D. Putra, D. Yoesgiantoro, and S. Thamrin, "Kebijakan Ketahanan Energi Berbasis Energi Listrik pada Bidang Transportasi Guna Mendukung Pertahanan Negara di Indonesia: Sebuah

Kerangka Konseptual," *NusantaraJurnal Ilmu Pengetah. Sos.*, vol. 7, no. 3, pp. 658–672, 2020, [Online]. Available: http://jurnal.um-tapsel.ac.id/index.php/nusantara/article/view/2011.

[15] M. S. Boedoyo, "Teknologi Proses Pencampuran Biodiesel dari Minyak Solar di Indonesia," *Prospek Pengemb. Biofuel sebagai Substitusi Bahan Bakar Miny.*, pp. 51–61, 2006.

[16] L. Dong, Q. Xiao, Y. Jia, and T. Fang, "Review of research on intelligent diagnosis of oil transfer pump malfunction," *Petroleum*, vol. 9, no. 2, pp. 135–142, 2023, doi: 10.1016/j.petlm.2022.01.002.

[17] F. Shen, L. Ye, H. Guan, and Y. He, "Enhanced control structure design for an industrial off-gas system: Simple reconfigurations benefit the economy," *Heliyon*, vol. 9, no. 1, p. e12934, 2023, doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e12934.

[18] R. Aliyu, A. A. Mokhtar, and H. Hussin, "Prognostic Health Management of Pumps Using Artificial Intelligence in the Oil and Gas Sector: A Review," *Appl. Sci.*, vol. 12, no. 22, 2022, doi: 10.3390/app122211691.

[19] H. Jang *et al.*, "Regulatory gap analysis for risk assessment of ammonia-fuelled ships," *Ocean Eng.*, vol. 287, no. P2, p. 115751, 2023, doi: 10.1016/j.oceaneng.2023.115751.

[20] A. Paykani, H. Chehrmonavari, A. Tsolakis, T. Alger, W. F. Northrop, and R. D. Reitz, "Synthesis gas as a fuel for internal combustion engines in transportation," *Prog. Energy Combust. Sci.*, vol. 90, no. February, p. 100995, 2022, doi: 10.1016/j.pecs.2022.100995.

[21] S. A. Bakhsh, M. A. Khan, F. Ahmed, M. S. Alshehri, H. Ali, and J. Ahmad, "Enhancing IoT network security through deep learning-powered Intrusion Detection System," *Internet of Things*, vol. 24, no. September, p. 100936, 2023, doi: 10.1016/j.iot.2023.100936.

[22] M. Ianni and E. Masciari, "SCOUT: Security by computing OUTliers on activity logs," *Comput. Secur.*, vol. 132, p. 103355, 2023, doi: 10.1016/j.cose.2023.103355.

[23] F. Vázquez, J. Garrido, M. Ruz, and J. Jiménez, "Stiction compensation for low-cost electric valves," *Control Eng. Pract.*, vol. 134, no. August 2022, p. 105482, 2023, doi: 10.1016/j.conengprac.2023.105482.

[24] M. Iaiani, A. Tugnoli, and V. Cozzani, "Identification of cyber-risks for the control and safety instrumented systems : a synergic framework for the process industri," *Process Saf. Environ. Prot.*, vol. 172, no. December 2022, pp. 69–82, 2023, doi: 10.1016/j.psep.2023.01.078.

[25] A. Ilham *et al.*, "AuFloat (Autonomous Float) Based-on Artificial Inteligent and LORA (Long Range) Using Haar Cascade Method for Rescuing of Water Accident Victims," 2019, doi: 10.1109/ISESD.2019.8909561.