Jurnal ECOTIPE, Vol. 8, No.1, April 2021, Hal. 53-58
p-ISSN 2355-5068, e-ISSN 2622-4852
Akreditasi Kemenristekdikti (**SINTA 4**), SK. No.10/E/KPT/2019
DOI: 10.33019/jurnalecotipe.v8i1.1466

Kajian Penanganan Tumpahan Minyak Menggunakan *Oil Skimmer* Tipe *Rotary Disc* pada Jenis Bahan Bakar Berbeda

Supriyono [1], Muhamad Yusuf [2], Devi Taufiq Nurrohman [3]
Program Studi D3 Teknik Elektronika, Jurusan Teknik Elektronika, Politeknik Negeri Cilacap [1,2]
Program Studi D3 Teknik Listrik, Jurusan Teknik Elektronika, Politeknik Negeri Cilacap [3]
*rzx.clcp@gmail.com[1], yusuf@pnc.ac.id[2], devi.taufiq.n@gmail.com[3]

ABSTRACT

Oil spills are a source of pollutants that can spread quickly in water. Therefore this effort to deal with oil spills has attracted the attention of many broad communities. In this paper, we developed a tool for handling oil spills called an oil skimmer with a rotary disc as a component for taking oil spills on the surface of the water. The oil skimmer is designed to float above the surface of the water and can be controlled in the direction of its movement from a distance by using a joystick. To achieve this goal, the oil skimmer is equipped with a propeller driven by a DC motor which is connected to the Arduino Mega 2560 as the controller. The testing process is carried out by varying the speed of the rotary disc on three different types of fuel spills (Pertalite,* **Pertamax,** *and diesel). The amount of oil collected by the oil skimmer is then determined in volume using a measuring cup for each experiment. Finally, the characteristics and the effect of the rotary disc speed on the oil skimmer on the volume of oil collected is examined to determine the performance of the oil skimmer.

Keywords : Oil spills, Oil skimmer, Rotary Disc

INTISARI

Tumpahan minyak merupakan salah satu sumber pencemar yang dapat menyebar secara cepat di perairan. Oleh karena itu upaya penanganan tumpahan minyak ini mengundang perhatian banyak komunitas luas. Dalam paper ini, kami mengembangkan salah satu alat untuk menangani tumpahan minyak yang disebut dengan *oil skimmer* dengan *rotary disc* sebagai komponen untuk mengambil tumpahan minyak yang terdapat pada permukaan air. *Oil skimmer* dirancang dapat terapung diatas permukaan air dan dapat dikontrol arah pergerakannya dari jarak jauh dengan menggunakan sebuah joystick. Untuk mencapai tujuan tersebut, oil skimmer dilengkapi dengan *propeller* yang digerakkan oleh motor DC yang dihubungkan dengan Arduino Mega 2560 sebagai kontrolernya. Proses pengujian dilakukan dengan melakukan variasi kecepatan pada *rotary disc* pada tiga jenis tumpahan bahan bakar berbeda (Pertalite, Pertamax, dan solar). Jumlah minyak yang terkumpul oleh oil skimmer kemudian ditentukan *volume*nya menggunakan gelas ukur untuk setiap percobaanya. Akhirnya karakteristik dan pengaruh kecepatan *rotary disc* pada oil skimmer terhadap *volume* minyak yang terkumpul dikaji untuk mengetahui performa dari oil skimmer.

Kata kunci: Tumpahan minyak, Oil skimmer, *Rotary Disc*

I. PENDAHULUAN

Minyak merupakan salah satu sumber pencemaran di perairan. Pencemaran ini dapat terjadi karena adanya kecelakaan minyak yang biasanya disebut dengan *oil spill*. *Oil spill* ini dapat terjadi pada saat eksplorasi minyak bumi, pengilangan minyak, kecelakaan transportasi, kebocoran pipa dan lain sebagainya [1]. Dari beberapa penyebab tersebut, kecelakaan kapal dan kebocoran pipa adalah beberapa yang sering terjadi. Sebagai contoh adalah *oil spill* yang terjadi di kabupaten Cilacap. Dalam kurun waktu 1989 sampai 2015, terdapat 17 kasus *oil spill* dimana 13 kasus disebabkan oleh kecelakaan kapal di pelabuhan dan 4 kasus disebabkan karena adanya kebocoran pipa [2].

Tumpahan minyak akan terapung pada permukaan air karena adanya perbedaan densitas dan akan menyebar secara cepat karena pengaruh angin, gelombang, dan arus [3]. jika hal ini dibiarkan maka akan berdampak pada terganggunya keberlangsungan hidup organisme, kerusakan ekosistem disekitar pantai

(*) Correspondence Author
Received: 03/12/2019; Reviced: 02/03/2020; Accepted: 28/04/2021

Jurnal ECOTIPE, Vol. 8, No.1, April 2021, Hal. 53-58
p-ISSN 2355-5068, e-ISSN 2622-4852
Akreditasi Kemenristekdikti (**SINTA 4**), SK. No.10/E/KPT/2019
DOI: 10.33019/jurnalecotipe.v8i1.1466

seperti mangrove dan penurunan kualitas ekonomi akibat lingkungan yang rusak [4][5].

Karena dampaknya yang begitu membahayakan dan sangat cepat dirasakan oleh sekelilingnya, para peneliti berusaha mengembangkan metode untuk membersihkan air dari tumpahan minyak. Beberapa metode telah dikembangkan antara lain physical method (booms, skimmers, absorbent), chemical methods (dispersants, solidifiers), dan thermal atau in-situ burning methods [6]. Dari metode tersebut, skimmer method merupakan salah satu metode yang paling banyak digunakan karena metodenya yang sederhana, ramah lingkungan karena tidak menggunakan zat aditif berbahaya, serta yang paling aman karena tidak ada proses yang membahayakan seperti halnya pada metode in-situ burning [7].

Prinsip kerja dari oil skimmer yaitu dengan memanfaatkan media berputar untuk memisahkan air dan minyak. Media berputar ini dapat berupa drum, belt atau disc. Minyak yang mengambang pada permukaan air kemudian akan menempel pada elemen yang berputar tersebut karena adanya sebuah gaya yang disebut dengan gaya adhesi. Minyak yang menempel kemudian dipisahkan dengan menggunakan elemen yang disebut dengan scrabber dan akan mengalir kedalam tangki penampungan [8].

Paper ini bertujuan untuk menangani tumpahan minyak pada permukaan air dengan menggunakan metode skimmer. Tipe skimmer yang digunakan adalah oil skimmer tipe *rotary disc*. Tipe ini dipilih karena merupakan yang paling baik digunakan untuk mengambil minyak dengan viskositas sedang. Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Elzahaby dkk. pada tahun 2008. Kecepatan *rotary disc* mempengaruhi *volume* minyak yang terkumpul. Dari kecepatan *rotary disc* 20 rpm hingga 120 rpm, hasil yang diperoleh adalah semakin besar kecepatan *rotary disc* maka minyak yang dikumpulkan semakin sedikit [7]. Berdasarkan informasi tersebut maka dalam penelitian ini kami mencoba menggunakan *rotary disc* dengan kecepatan yang lebih kecil. Harapannya adalah kita dapat mengetahui kecepatan optimum *rotary disc* pada saat penanganan tumpahan minyak yang ditandai dengan lebih banyaknya jumlah minyak yang terkumpul. Kecepatan *rotary disc* yang digunakan adalah 16 rpm, 18 rpm, dan 20 rpm. Selain melakukan variasi kecepatan, pada penelitian ini juga dilakukan optimalisasi dengan menambah jumlah *rotary disc* menjadi 3 *disc*.

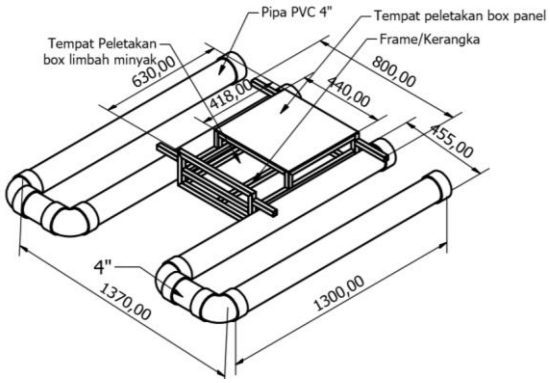
II. METODE PENELITIAN

A. *Komponen pada Oil Skimmer*

Oil skimmer yang dikonstruksi tersusun dari komponen-komponen berikut ini :

1. Pipa pengapung

Karena minyak selalu terapung pada permukaan air, maka *oil skimmer* yang akan dirancang harus mampu terapung didalam air. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah pengapung yang terbuat dari material dengan densitas yang lebih rendah daripada densitas air. Dalam paper ini, pengapung berbentuk tabung dan terbuat dari material polyvinyl chloride (PVC) dengan diameter ∓ 5 inchi. Bentuk dan dimensi dari pengapung ditunjukkan pada Gambar 1 di bawah ini:



Gambar 1. Bentuk dan dimensi dari pengapung

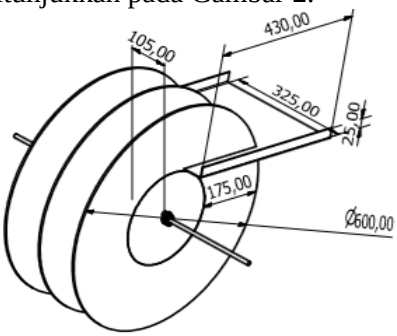
2. *Rotary Disc*

Untuk dapat mengambil tumpahan minyak, material yang dipilih harus memiliki sifat *oleophilic*/*adhesion*. Dalam paper ini, material yang digunakan sebagai *rotary disc* adalah kaca *acrylic*. Material ini terbuat dari serat *artificial* yang terbuat dari kelompok khusus dari senyawa *vinyl* (terutama *acrylonitrile*) dan bersifat termoplastik [8]. Jenis material ini juga sangat mudah ditemukan dipasar. Ada 3 *rotary disc* dengan ketebalan masing-masing adalah 5 mm dan diameternya adalah 60 mm. Pada *rotary disc* juga terdapat *scrabber* yang digunakan untuk melepaskan minyak yang telah menempel pada *rotary disc*. Minyak yang sudah terlepas tersebut kemudian akan mengalir dan masuk kedalam tangka

(*) Correspondence Author
Received: 03/12/2019; Reviced: 02/03/2020; Accepted: 28/04/2021

Jurnal ECOTIPE, Vol. 8, No.1, April 2021, Hal. 53-58
p-ISSN 2355-5068, e-ISSN 2622-4852
Akreditasi Kemenristekdikti (**SINTA 4**), SK. No.10/E/KPT/2019
DOI: 10.33019/jurnalecotipe.v8i1.1466

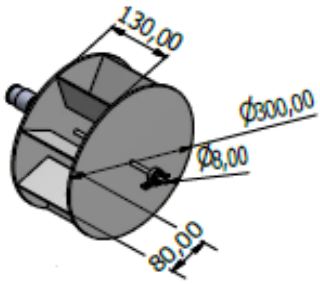
penampungan. Bentuk dan dimensi dari *rotary disc* dan *scrabber* ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Bentuk dan dimensi dari *rotary disc*

3. *Propeller*

Propeller merupakan sebuah komponen yang digunakan untuk menggerakkan *oil skimmer*. Pada paper ini terdapat dua buah *propeller* yang diletakkan disebelah kanan dan kiri *oil skimmer*. Arah pergerakan dari *oil skimmer* ini selanjutnya dapat ditentukan dengan mengatur besar kecilnya kecepatan pada masing-masing *propeller*. Bentuk *propeller* yang digunakan dalam paper ini ditunjukkan pada Gambar 3 di bawah ini:



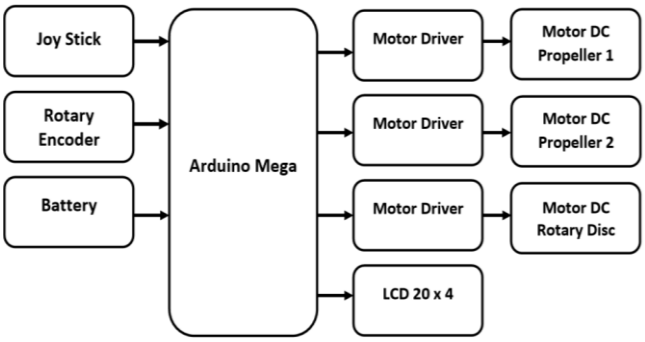
Gambar 3. Bentuk dan dimensi dari *propeller*

B. Blok Diagram dan Prinsip Kerja Alat

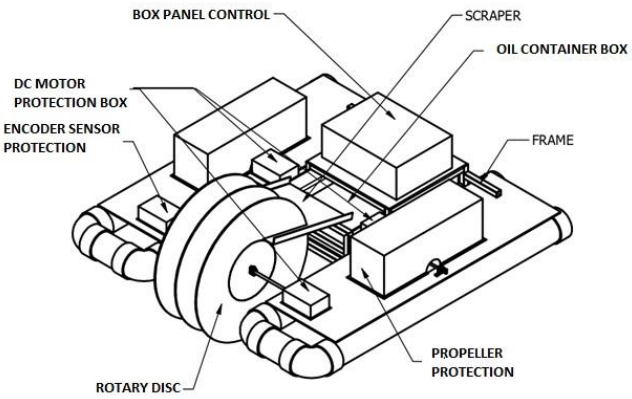
Rotary disc dan *propeller* digerakkan oleh motor DC. Terdapat 3 motor DC yang digunakan, 1 motor DC digunakan untuk menggerakkan *rotary disc* dan 2 motor DC digunakan untuk menggerakan *propeller*. Seluruh motor DC dihubungkan dengan motor *driver* tipe BTS7960. Jenis *driver* ini dipilih karena kemampuannya yang dapat digunakan pada arus yang lebih tinggi (maximum 43 A) dan sudah dilengkapi dengan *thermal over current*. *Driver* ini kemudian dihubungkan dengan Arduino Mega 2560 sebagai kontrolernya.

Rotary disc dan *propeller* dapat diatur kecepatannya dari jarak jauh dengan menggunakan joystick. Controller joystick yang digunakan adalah controller joystick PS2 yang terdiri dari *consoles* atau *transmitter* dan *receiver*. Pergerakan maju, mundur, kiri, dan kanan dari *oil skimmer* dapat dicapai dengan mengatur kecepatan kedua *propeller* menggunakan joystick ini.

Selain dapat digunakan untuk mengatur kecepatan *propeller*, joystick juga dapat digunakan untuk mengatur kecepatan *rotary disc*. Data kecepatan *rotary disc* setiap saatnya dapat diketahui dengan memanfaatkan sensor encoder yang terpasang pada *rotary disc*. Kecepatan *rotary disc* ini kemudian dapat ditampilkan pada sebuah LCD. *Oil skimmer* juga dilengkapi dengan sumber tegangan eksternal untuk mensuplai daya yang dibutuhkan pada seluruh komponen yang ada pada *oil skimmer*. Secara sederhana cara kerja *oil skimmer* dapat diringkas dalam bentuk diagram blok pada Gambar 4 di bawah ini sedangkan komponen-komponen *oil skimmer* yang dikonstruksi ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 4. Diagram blok pada *oil skimmer*



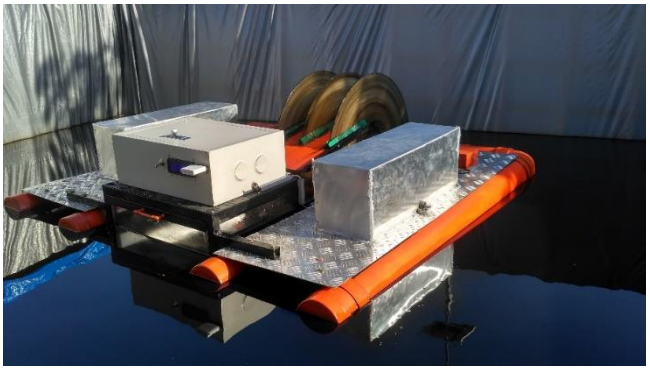
Gambar 5. *Oil skimmer* yang dikonstruksi dan komponen-komponennya

(*) Correspondence Author
Received: 03/12/2019; Reviced: 02/03/2020; Accepted: 28/04/2021

Jurnal ECOTIPE, Vol. 8, No.1, April 2021, Hal. 53-58
p-ISSN 2355-5068, e-ISSN 2622-4852
Akreditasi Kemenristekdikti (**SINTA 4**), SK. No.10/E/KPT/2019
DOI: 10.33019/jurnalecotipe.v8i1.1466

C. Langkah eksperimen

Pengambilan tumpahan minyak dilakukan dalam kolam buatan yang ditunjukkan pada Gambar 6. Kolam ini berbentuk segiempat dan disetiap sisinya terdapat terpal yang tidak tembus air untuk menampung air dan minyak. Sebelum eksperimen dilakukan terlebih dahulu kolam buatan diisi dengan air dan minyak dengan persentasi 160 : 1 (4800 liter air dan 30 liter minyak). Setelah itu *oil skimmer* dimasukkan kedalam kolam buatan, atur kecepatan *rotary disc* dan tunggu hingga kecepatannya stabil. Setelah kecepatan *rotary disc* stabil, gerakkan *oil skimmer* ke titik yang terdapat minyak. Proses pengambilan data dilakukan pada tiga variasi kecepatan *rotary disc* dan tiga jenis bahan bakar yang berbeda. Bahan bakar yang terambil oleh *oil skimmer* selanjutnya ditentukan *volume*nya menggunakan gelas ukur.



Gambar 6. *Oil skimmer* pada saat di dalam kolam buatan

III. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, *oil skimmer* diuji performanya pada tiga kecepatan *rotary disc* dan jenis bahan bakar yang berbeda. Dalam eksperimen ini bahan bakar yang digunakan sebagai sampel tumpahan minyak adalah Pertamax, Pertalite, dan solar. Tabel 1 di bawah ini menunjukkan hasil percobaan pada tumpahan Pertamax pada 3 kecepatan berbeda (16 rpm, 18 rpm, dan 20 rpm). Pada saat kecepatan *rotary disc* 16 rpm, *volume* Pertamax yang terambil adalah 324 ml. Pada saat kecepatan *rotary disc* 18 rpm, *volume* Pertamax yang terambil adalah 338 ml. Sedangkan pada saat kecepatan *rotary disc* 20 rpm, *volume* Pertamax yang terambil adalah 587 ml. Secara singkat dapat disimpulkan dari eksperimen ini bahwa semakin tinggi kecepatan *rotary disc* maka semikan banyak tumpahan Pertamax yang terambil oleh *oil skimmer*.

Tabel 1. Eksperimen pada tumpahan Pertamax dengan kecepatan berbeda

No	Kecepatan *Rotary disc* (rpm)	*Volume* Pertamax yang terambil (ml)
1	16	324
2	18	338
3	20	587

Tabel 2 di bawah ini menunjukkan hasil percobaan pada tumpahan Pertalite pada 3 kecepatan berbeda (16 rpm, 18 rpm, dan 20 rpm). Pada saat kecepatan *rotary disc* 16 rpm, *volume* Pertamax yang terambil adalah 218 ml. Pada saat kecepatan *rotary disc* 18 rpm, *volume* Pertamax yang terambil adalah 491 ml. Sedangkan pada saat kecepatan *rotary disc* 20 rpm, *volume* Pertamax yang terambil adalah 708 ml. Hasil ini sama dengan data hasil eksperimen pada tumpahan Pertamax. Semakin tinggi kecepatan *rotary disc* maka *volume* tumpahan Pertalite akan semakin banyak. Kesamaan karakteristik ini diduga karena adanya kesamaan karakteristik antara Pertamax dan Pertalite. Kedua jenis bahan bakar tersebut (Pertamax dan Pertalite) tersusun dari senyawa kimia yang sama yaitu hidrokarbon [10][11]. Selain itu kedua jenis bahan bakar tersebut juga memiliki viskositas yang hampir sama [12][13].

Tabel 2. Eksperimen pada tumpahan Pertalite dengan kecepatan berbeda

No	Kecepatan *Rotary Disc* (rpm)	*Volume* Pertalite yang terambil (ml)
1	16	218
2	18	491
3	20	708

Tabel 3 di bawah ini menunjukkan hasil percobaan pada tumpahan solar. Pada saat kecepatan *rotary disc* 16 rpm, *volume* solar yang terambil adalah 580 ml dan pada saat kecepatan *rotary disc* 18 rpm, *volume* solar yang terambil adalah 675 ml. Namun pada saat kecepatan *rotary disc* 20 rpm, *volume* solar yang terambil turun menjadi 430 ml. Ini terjadi karena faktor viskositas bahan bakar yang mana viskositas merupakan salah satu faktor yang sangat berpengaruh pada proses pengambilan minyak menggunakan *oil skimmer* [14]. Viskositas bahan bakar solar ini nilainya

(*) Correspondence Author
Received: 03/12/2019; Reviced: 02/03/2020; Accepted: 28/04/2021

lebih besar jika dibandingkan dengan viskositas Pertalite dan Pertamax [12].

Penurunan jumlah solar yang terkumpul juga dapat diakibatkan karena adanya kontribusi gaya sentrifugal pada *rotary disc* yang berputar. Ketika kecepatan putaran *rotary disc* semakin tinggi maka gaya sentrifugal juga akan semakin besar. Jika gaya tarik menarik antara molekul pada solar dan pada *rotary disc* (gaya adhesi) lebih kecil dibandingkan gaya sentrifugalnya maka akan mengakibatkan solar yang telah menempel pada *rotary disc* menjadi terlempar keluar akibatnya *volume* solar yang terambil menjadi menurun karena adanya solar yang jatuh/terlempar pada saat pengambilan data. Dari eksperimen ini dapat disimpulkan bahwa dalam pengambilan/penanganan tumpahan minyak menggunakan *oil skimmer* tipe *rotary disc*, kecepatan *rotary disc* harus diperhatikan pada saat percobaan.

Tabel 3. Eksperimen pada tumpahan solar dengan kecepatan berbeda

No	Kecepatan *Rotary disc* (rpm)	*Volume* solar yang terambil (ml)
1	16	580
2	18	675
3	20	430

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian di atas maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Semakin besar kecepatan dari *rotary disc* maka *volume* tumpahan minyak yang terambil akan semakin besar.
2. Dalam proses pengambilan tumpahan minyak pada permukaan air, sangat penting dalam menentukan kecepatan *rotary disc*. Pergerakan *rotary disc* yang terlalu tinggi akan mengakibatkan minyak yang telah menempel pada *rotary disc* menjadi terlempar sehingga minyak yang diperoleh menjadi lebih sedikit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pelaksanaan penelitian dan penyusunan jurnal ini mendapat bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat (DRPM), Kemenristek DIKTI yang telah membiayai penelitian ini serta seluruh staf dan mahasiswa yang turut serta membantu pelaksanaan penelitian dan penyusunan jurnal ini.

REFERENSI

[1] F. S. Pamungkas, H. Haeruddin, and S. Rudiyanti, "The Effectiveness of The Use of Oil Skimmer in Efforts Handling Oil Spill in Tegalsari Fishing Port, Tegal," *J. Maquares*, vol. 6, pp. 120–127, 2017.

[2] M. Wibowo, "Computational Modeling of Oil Spill Pollution Distribution in Cilacap Seawaters," *J. Teknol. Lingkung.*, vol. 19, no. 2, p. 191, 2018.

[3] M. Fingas, *The Basics of Oil Spill Cleanup*, Third Edit. New York: CRC Press, 2012.

[4] S. Khandakar, M. N. Islam, R. I. Rubel, and S. S. Yusuf, "Construction of an Economic Blanket Belt Oil Skimmer," *Bitlis Eren Univ. J. Sci. Technol.*, vol. 7, no. 2, pp. 115–122, 2017.

[5] Muarif, A. Damar, S. Hariyadi, M. Boer, and Dewayani Soetrisno, "The Sensitivity Levels of Indonesian Mangrove to Oil Spills," *J. Mns. dan Lingkung.*, vol. 23, no. 3, pp. 374–380, 2016.

[6] A. Tuan Hoang, V. Viet Pham, and D. Nam Nguyen, "A Report of Oil Spill Recovery Technologies," *Int. J. Appl. Eng. Res.*, vol. 13, no. 7, pp. 4915–4928, 2018.

[7] A. Elzahaby, A. Bakry, A. E. Kabeel, and ahmed M. Khaira, "Effect of Adhering Surface Type of an Oleophilic Disk Skimmer on the Oil Spills Recovery From Water," in *Ninth International Congress of Fluid Dynamics & Propulsion*, 2010, no. December, pp. 1–9.

[8] R. Yadav, D. Jolapara, D. Jawalekar, R. Joshi, and S. Holay, "Design , Analysis and Manufacturing of Disc Type Oil Skimmer," *IOSR J. Eng.*, vol. 1, pp. 70–73, 2019.

[9] P. Grill and F. Linde, *Oil Skimming Business Potential and Strategic Options Facing a Marginalised Business Segment at Sandvik*

(*) Correspondence Author
Received: 03/12/2019; Reviced: 02/03/2020; Accepted: 28/04/2021

Process Systems Peter Grill. Stocholm: KTH Industrial Engineering and Management, 2013.

[10] Pertamina, "Material Safety Data Sheet (Lembar Data Keselamatan Bahan) - Premium," *PT. Pertamina*, pp. 1–9, 2007.

[11] Pertamina, "Material Safety Data Sheet (Lembar Data Keselamatan Bahan) - Pertamax," *PT. Pertamina*, 2007.

[12] L. Purwanti, *Uji Viskositas Bahan Bakar Cair Alami dengan Menggunakan Viskosimeter Ostwald*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada, 2015.

[13] D. Yuliyanto and E. Widodo, "Pengaruh Jenis Bahan Bakar Terhadap Viskositas dan TBN Pelumas SAE10W-30 pada Motor Bakar 125cc," *R.E.M. (Rekayasa Energi Manufaktur) J.*, vol. 3, no. 1, p. 1, 2018.

[14] M. A. Dawood and R. J. Algawi, "Study of operating conditions for oil skimmer apparatus from water," in *International Conference on Environmental Impacts of the Oil and Gas Industries*, 2018, pp. 65–70.

(*) Correspondence Author
Received: 03/12/2019; Reviced: 02/03/2020; Accepted: 28/04/2021