

# Perhitungan Kerugian Tumpahan Minyak di Kecamatan Balikpapan Barat Tahun 2018

Erisa Hidayatil Huda<sup>1</sup>, Rima Gusriana Harahap<sup>2</sup>, Destyariani Liana Putri<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Kelautan, Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan  
<sup>1</sup>E-mail : 14181009@student.itk.ac.id

## ABSTRAK

Tahun 2018 telah terjadi tumpahan minyak di Teluk Balikpapan yang mencemari kawasan pesisir. Kejadian ini disebabkan oleh patahnya pipa penyalur minyak mentah akibat benturan jangkar kapal. Sampai saat ini, kasus tumpahan minyak di Teluk Balikpapan masih menjadi bahasan dan dampak dari peristiwa ini juga masih terasa oleh masyarakat pesisir. Penelitian ini bertujuan mengetahui nilai kerugian yang diakibatkan oleh pencemaran di Kecamatan Balikpapan Barat sebagai salah satu wilayah yang terdampak, sehingga jika terjadi kembali tumpahan minyak dapat diestimasikan nilai kerugiannya. Terdapat 3 biaya kerugian yang dihitung, yaitu biaya respon tumpahan, biaya sosial ekonomi dan kerusakan lingkungan. Masing-masing biaya diperhitungkan dengan beberapa pendekatan yaitu total valuasi ekonomi, *benefit transfer*, dan harga pasar. Hasil penelitian menunjukkan biaya respon tumpahan sebesar Rp338.913.000,00, biaya sosial ekonomi sebesar Rp4.261.206.000,00, dan biaya kerusakan lingkungan sebesar Rp.43.592.492.929,00. Sehingga total biaya kerugian secara keseluruhan senilai Rp22.294.954.704,00 atau Rp1.644.231,00/Ha.

## Kata Kunci

*Kerugian, pencemaran, tumpahan minyak Balikpapan*

## 1. PENDAHULUAN

Sebagai salah satu kawasan yang memiliki potensi kekayaan alam yang melimpah di Kalimantan Timur, perairan Teluk Balikpapan menjadi kawasan eksploitasi minyak dan gas serta alur pelayaran yang strategis. Hal ini tentu saja menguntungkan, tetapi juga berpeluang menimbulkan risiko berupa dampak negatif dari berbagai kemungkinan terhadap lingkungan. Lalu lintas kapal di perairan Teluk Balikpapan bisa saja mengakibatkan terjadinya tumpahan minyak ke perairan laut. Tumpahan minyak dapat terjadi karena adanya beberapa penyebab seperti kecelakaan kapal, kebocoran pipa, tumpahan minyak selama pengangkutan ke kapal dan kebakaran kapal [1].

Pada penelitian ini, kasus yang dibahas adalah tumpahan minyak yang terjadi di Teluk Balikpapan pada tanggal 31 Maret 2018. Tumpahnya minyak disebabkan oleh patahnya pipa penyalur minyak mentah milik yang mengalirkan *crude oil* dari Terminal Lawe-lawe di Penajam Paser Utara menuju Kilang Balikpapan sebanyak 1.238.619 barrel dengan luas 13.559,5 Ha [2]. Peristiwa ini

mengakibatkan terjadinya pencemaran di Teluk Balikpapan khususnya pesisir Kota Balikpapan dan Kabupaten Penajam Paser Utara [3].

Diketahui kawasan mangrove yang merupakan bagian dari ekosistem pesisir di Teluk Balikpapan tercemar akibat adanya tumpahan minyak. Adanya minyak yang menempel di akar tumbuhan bakau akan menyebabkan matinya tumbuhan tersebut sehingga perlu dilakukan rehabilitasi. Biota laut pun terdampak karena ditemukannya seekor pesut mati akibat pencemaran.

Selain permasalahan lingkungan, tumpahan minyak juga mempengaruhi persoalan sosial dan ekonomi karena menurunnya penghasilan kelompok masyarakat tertentu, terdapat sejumlah nelayan di Balikpapan yang pendapatannya bergantung kepada hasil tangkap di laut [4]. Akibat adanya tumpahan minyak, para nelayan ini tentu saja tidak akan bisa melaut. Selain itu, ikan-ikan hasil tangkap pun akan berpindah tempat menjauhi perairan terdampak yang sebelumnya menjadi wilayah tangkapan para nelayan sehingga mempengaruhi penurunan jumlah tangkapan. Kapal dan alat tangkap nelayan

pun ada yang perlu diperbaiki dan diganti dengan yang baru karena terkena tumpahan minyak sehingga menambah kerugian bagi nelayan. Kesehatan masyarakat biasa juga terdampak dari peristiwa ini dengan adanya masyarakat yang menjadi korban jiwa dan mengalami gangguan pernapasan.

Melihat rawannya kawasan Teluk Balikpapan dan dampak yang telah dirasakan akibat terjadinya tumpahan minyak, perlu dilakukan tindakan yang tepat dalam menanggulangi dampak tumpahan minyak salah satunya dengan mengetahui nilai kerugian akibat pencemaran [5]. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menghitung kerugian tumpahan minyak Teluk Balikpapan tahun 2018 di Kecamatan Balikpapan Barat dalam bentuk biaya respon tumpahan, biaya sosial ekonomi dan kerusakan lingkungan.

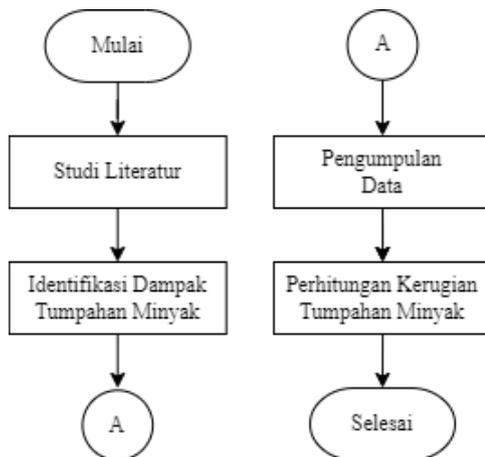
## 2. METODOLOGI

### 2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada April – Juni 2022. Tempat penelitian dilakukan di kawasan pesisir Teluk Balikpapan khususnya Kecamatan Balikpapan Barat. Lokasi ini dipilih melalui proses diskusi dengan beberapa *stakeholders* kelurahan yang ada di kecamatan ini sebagai wilayah yang paling terdampak dari aspek lingkungan, sosial, dan ekonomi.

### 2.2 Prosedur Penelitian

Adapun kegiatan penelitian ini dilakukan berdasarkan diagram alir sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

### 2.2.1 Studi Literatur

Untuk mempermudah penelitian ini, diperlukan studi literatur pendukung sebagai referensi untuk dijadikan bahan acuan dan sumber teori. Literatur yang dipelajari adalah literatur yang membahas permasalahan kerugian tumpahan minyak. Adapun literatur yang diperoleh buku, jurnal, dan tugas akhir dari penelitian sebelumnya.

### 2.2.2 Identifikasi Dampak Tumpahan Minyak

Dampak dari tumpahan minyak perlu diidentifikasi agar bisa diketahui data-data apa saja yang diperlukan pada penelitian ini. Identifikasi dampak tumpahan minyak dilakukan dengan melakukan studi literatur, observasi langsung ke lokasi penelitian, dan wawancara dengan instansi terkait.

### 2.2.3 Pengumpulan Data

Data yang digunakan adalah data primer dan sekunder mengenai informasi tumpahan minyak yang terjadi di Teluk Balikpapan Tahun 2018 serta dampak-dampaknya terhadap pemerintahan, lingkungan dan sosial ekonomi. Dimana data ini didapatkan dari media, instansi terkait seperti Dinas Lingkungan Hidup Kota Balikpapan dan Dinas Pangan Pertanian dan Perikanan Kota Balikpapan, dan wawancara langsung atau penyebaran kuesioner dengan pejabat dan/atau warga setempat di pesisir Teluk Balikpapan yang terdampak tumpahan minyak.

### 2.2.4 Perhitungan Kerugian Tumpahan Minyak

Terdapat tiga kerugian yang perlu diperhitungkan akibat adanya tumpahan minyak [6] yaitu:

1. Biaya respon tumpahan, dengan menjumlahkan biaya-biaya yang dikeluarkan dalam melakukan penanggulangan tumpahan minyak.
2. Biaya sosial ekonomi, dengan menggunakan metode penilaian ekonomi berdasarkan pendekatan harga pasar dan survei.
3. Biaya kerusakan lingkungan, dengan menggunakan pendekatan valuasi ekonomi berdasarkan persamaan (1).

$$TEV = (DUV + IUV + OV) + (XV + BV) \quad (1)$$

Nilai dari setiap variabel tersebut didapatkan berdasarkan pendekatan harga pasar dan *benefit transfer*.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Biaya Respon Tumpahan

Respon terhadap tumpahan adalah upaya yang dilakukan dalam menanggulangi atau meminimalisir dampak dari akibat tumpahan minyak sehingga bisa disebut juga sebagai biaya *clean-up* [7]. Respon tumpahan di Teluk Balikpapan meliputi pembersihan minyak dan rehabilitasi lingkungan di area yang terdampak.

Tabel 1. Biaya Respon Tumpahan di Teluk Balikpapan Tahun 2018

Komponen	Uraian	Total (Rp)
Pembersihan tumpahan minyak	Tenaga kerja	301.500.000,00
	Peralatan	3.213.000,00
	Jaring penahan minyak	25.000.000,00
Rehabilitasi mangrove	Tenaga kerja	6.000.000,00
	Pengadaan bibit	3.200.000,00

##### 3.1.1 Pembersihan Tumpahan Minyak

Pembersihan tumpahan minyak di Teluk Balikpapan melibatkan warga setempat sebagai tenaga kerja sebanyak 10 orang dari masing-masing Rukun Tetangga (RT) di setiap kelurahan yang terdampak. Diketahui jumlah tenaga kerja adalah sebanyak 355 tenaga kerja dengan 6 hari kerja dan upah kerja senilai Rp150.000,00/hari. Sehingga biaya untuk tenaga kerja pembersihan tumpahan minyak diperhitungkan sebesar Rp301.500.000,00. Terdapat 51 set peralatan kebersihan yang terdiri dari masker, sarung tangan, dan sepatu seharga Rp63.000,00/set sehingga biaya untuk peralatan pembersihan tumpahan minyak diperhitungkan sebesar Rp3.213.000,00. Pencegahan masuknya minyak ke daerah aliran sungai yang berada di sekitar pemukiman warga dilakukan dengan membentangkan jaring sepanjang 5 km dimana harga jaring harga jaring senilai Rp5.000,00/meter, sehingga biaya untuk jaring penahan minyak sebesar Rp25.000.000,00.

##### 3.1.2 Rehabilitasi Mangrove

Dalam upaya rehabilitasi mangrove diperlukan 20 tenaga kerja dengan 2 hari

kerja dan upah kerja senilai Rp150.000,00/hari. Sehingga jumlah biaya untuk tenaga kerja rehabilitasi mangrove sebesar Rp6.000.000,00. Terdapat 2.000 bibit tanaman mangrove yang terdampak di Kelurahan Margasari [2]. Harga bibit mangrove siap tanaman senilai Rp1.600,00/bibit [8], sehingga biaya untuk pengadaan bibit sebesar Rp3.200.000,00.

#### 3.2 Biaya Sosial Ekonomi

Peristiwa tumpahan minyak di Teluk Balikpapan tahun 2018 turut memberikan dampak ke aspek sosial dan ekonomi dimana hal ini paling dirasakan oleh masyarakat setempat yang bermukim di kawasan pesisir dan beratapencarian di perairan Teluk Balikpapan. Sejumlah nelayan mengalami penurunan pendapatan karena berkurangnya hasil tangkap. Kapal dan alat tangkap yang mengalami kerusakan pun menambah kerugian bagi nelayan. Selain itu kesehatan masyarakat terdampak akibat adanya tumpahan minyak.

Tabel 2. Biaya Sosial Ekonomi di Teluk Balikpapan Tahun 2018

Komponen	Uraian	Total (Rp Juta)
Kesehatan masyarakat	Penderita gangguan pernapasan	200
	Korban meninggal	250
Kerusakan alat fasilitas perikanan	Kapal ikan	36,96
	Tambak	150
	Bubu	42,28
	Rengge	7,8
	Sodok	3,2
Penurunan penghasilan	Belat	2,655
	Nelayan tangkap	897,966
	Nelayan tambak	2
	Pengelola Kelotok	16

##### 3.2.1 Kesehatan Masyarakat

Tumpahnya *crude oil* di Teluk Balikpapan menimbulkan percikan api yang membahayakan masyarakat yang saat itu berada di sekitar perairan saat kejadian. Terdapat 5 korban jiwa akibat kebakaran dari tumpahan minyak [2] yang berhak mendapatkan santunan senilai Rp50.000.000,00 [9], sehingga biaya untuk korban meninggal akibat tumpahan minyak sebesar Rp250.000.000,00. Selain itu, terdapat terdapat 10 orang yang dilarikan ke Puskesmas karena gangguan kesehatan akibat

tumpahan minyak [10] yang berhak mendapatkan santunan senilai Rp20.000.000,00 untuk perawatan [9], sehingga biaya untuk masyarakat yang mengalami gangguan kesehatan adalah sebesar Rp250.000.000,00.

### 3.2.2 Kerusakan Fasilitas Perikanan

Umumnya alat tangkap yang digunakan nelayan di Teluk Balikpapan antara lain bubu, rengge sodok, belat. Fasilitas perikanan yang digunakan pun adalah tambak dan kapal ikan. Adapun kerusakan alat dan fasilitas akibat tumpahan minyak antara lain 112 unit kapal ikan dengan biaya pembersihan senilai Rp330.000,00/unit, 20 unit tambak dengan biaya pembuatan sebesar Rp7.500.000,00/unit, 1.057 unit bubu seharga Rp40.000,00/unit, 13 unit rengge seharga Rp600.000,00/unit, 8 unit sodok seharga Rp400.000,00/unit, 1.770 unit belat dengan total biaya pembuatan sebesar Rp1.500.000,00/unit, dan. Total dari masing-masing biaya kerusakan alat dan fasilitas perikanan bisa dilihat di Tabel 2.

### 3.2.3 Penurunan Penghasilan

Aktivitas perekonomian di Teluk Balikpapan mengalami penurunan setelah terjadinya tumpahan minyak karena berkurangnya penghasilan beberapa kelompok masyarakat. Terdapat 241 orang nelayan tangkap dari 5 kelompok nelayan yang terdampak, Penurunan penghasilan nelayan tangkap dianggap sama dengan memperhitungkan selisih dari hasil pendapatan setelah dan sebelum terjadinya pencemaran yang nilainya didapatkan dari pemberian kuesioner ke kelompok nelayan. Dari perhitungan diperoleh penurunan penghasilan nelayan tangkap adalah senilai Rp124.200,00/hari per orang dimana para nelayan tidak melaut selama 1 bulan, sehingga biaya penurunan penghasilan nelayan tangkap adalah Rp897.966.000,00.

Terdapat 10 orang nelayan tambak kepiting yang terdampak di Kelurahan Kariangan. Dengan menggunakan perhitungan yang sama untuk penghasilan nelayan tangkap, diperoleh penurunan penghasilan nelayan tambak adalah sebesar Rp200.000,00/orang. Sehingga biaya penurunan penghasilan seluruh nelayan tambak adalah Rp2.000.000,00.

Selain itu, terdapat 16 pengelola kelotok di Kelurahan Kariangan yang terdampak.

Pengelola kelotok diketahui diberikan santunan senilai Rp1.000.000,00 karena kapal mereka tidak bisa digunakan, sehingga biaya penurunan penghasilan seluruh pengelola kelotok sebesar Rp16.000.000,00.

### 3.3 Biaya Kerusakan Lingkungan

Tumpahan minyak di Teluk Balikpapan tahun 2018 memberikan dampak terhadap lingkungan khususnya organisme yang ada di ekosistem pesisir seperti hutan mangrove dan biota laut. Dampak tersebut terlihat dari adanya penurunan pertumbuhan, penurunan produksi, dan peningkatan kematian dari organisme.

Tabel 3. Biaya Kerusakan Lingkungan di Teluk Balikpapan Tahun 2018

Komponen	Uraian	Total (Rp)
Mangrove	<i>Direct use value</i>	3.009.589.658,00
	<i>Indirect use value</i>	12.268.817.190,00
	<i>Option value</i>	12.586.740,00
	<i>Existence value</i>	54.053.991,00
Biota laut	Pesut	50.000.000,00
	Ikan	2.175.508.125,00
	Udang	174.280.000,00

#### 3.3.1 Mangrove

Kerugian berupa kerusakan lingkungan akibat tumpahan minyak di hutan mangrove dapat diestimasi dengan menggunakan total valuasi ekonomi berdasarkan persamaan (1) yang terbagi atas nilai manfaat (*use value*) dan nilai bukan manfaat (*non use value*) menyesuaikan kondisi lokasi penelitian. Diketahui luasan hutan mangrove yang terdampak di Teluk Balikpapan sebesar 61 Ha [2].

##### 1. *Direct use value*

Ekosistem mangrove di Teluk Balikpapan dimanfaatkan sebagai wilayah budidaya perikanan. Pada umumnya, budidaya perikanan di hutan mangrove di Teluk Balikpapan adalah ikan dan kepiting. Rata-rata hasil budidaya perikanan untuk ikan sebesar 88.181 kg/tahun dengan nilai jual Rp20.000,00/kg dan kepiting sebesar 35.465 kg/tahun dengan nilai jual Rp35.000,00/kg [11]. Sehingga nilai potensi budidaya perikanan di hutan mangrove Teluk Balikpapan adalah Rp3.004.899.000,00.

Selain memiliki potensi perikanan, hutan mangrove di Teluk Balikpapan juga dimanfaatkan sebagai habitat bagi satwa liar. Referensi [12] menunjukkan nilai potensi habitat satwa liar di ekosistem mangrove Teluk Balikpapan adalah US\$ 5,59/Ha/tahun. Dengan menggunakan kurs dollar tahun 2018 pada saat kejadian tumpahan minyak yaitu Rp13.756,00, sehingga nilai potensi habitat satwa liar di hutan mangrove Teluk Balikpapan yang terdampak tumpahan minyak adalah sebesar Rp4.690.658,00.

#### 2. *Indirect use value*

Hutan mangrove Teluk Balikpapan bermanfaat sebagai penahan abrasi (pemecah gelombang) alami. Pembangunan pemecah gelombang ukuran 150 m x 20 m x 5 m (panjang x lebar x tinggi) dengan daya tahan 20 tahun diestimasi dengan biaya senilai Rp19.474.313,00/m [13]. Panjang garis pantai yang terdampak di Teluk Balikpapan adalah 12,6 km [2], sehingga nilai potensi penahan abrasi di hutan mangrove Teluk Balikpapan yang terdampak tumpahan minyak adalah sebesar Rp12.268.817.190,00.

#### 3. *Option value*

Nilai pilihan hutan mangrove di Teluk Balikpapan dilihat dari nilai biodiversitasnya. Referensi [14] menunjukkan nilai biodiversitas hutan mangrove di Indonesia adalah sebesar US\$15/Ha/tahun. Dengan menggunakan kurs dollar tahun 2018 pada saat kejadian tumpahan minyak yaitu Rp13.756,00, maka nilai biodiversitas di hutan mangrove Teluk Balikpapan yang terdampak tumpahan minyak adalah sebesar Rp12.586.740,00.

#### 4. *Existence value*

Referensi [8] menunjukkan nilai keberadaan atau *existence value* hutan mangrove di Balikpapan adalah Rp886.131,00/Ha/tahun. Maka nilai potensi keberadaan hutan mangrove di Teluk Balikpapan yang terdampak tumpahan minyak adalah Rp54.053.991,00.

### 3.3.2 **Biota Laut**

Terjadi penurunan hasil tangkap perikanan akibat adanya tumpahan minyak. Ikan dan udang menjadi komoditi utama dalam hasil tangkap perikanan di Rata-rata hasil tangkap perikanan ikan sebesar 71.622 kg/bulan dengan nilai jual Rp30.375,00/kg sehingga nilai hasil tangkap ikan adalah

Rp2.175.508.125,00 dan udang sebesar 2.905 kg/bulan dengan nilai jual Rp60.000,00/kg sehingga nilai hasil tangkap udang sebesar Rp174.280.000,00 [11].

Selain itu, keberadaan satwa endemik yang ada di Teluk Balikpapan turut terancam akibat adanya pencemaran. Peristiwa tumpahan minyak di tahun 2018 mengakibatkan matinya 1 ekor pesut [15]. Matinya pesut sebagai salah satu satwa yang dilindungi maka akan dikenakan denda sebesar Rp50.000.000,00 akibat kelalaian.

## 4. KESIMPULAN

Peristiwa tumpahan minyak di Teluk Balikpapan tahun 2018 telah memberikan dampak yang buruk dalam berbagai hal. Dari penelitian ini, diperoleh hasil kerugian tumpahan minyak dalam bentuk nilai rupiah yang terdiri dari biaya respon tumpahan dengan nilai Rp338.913.000,00, biaya sosial ekonomi dengan nilai Rp4.261.206.000,00, dan biaya kerusakan lingkungan dengan nilai Rp17.694.835.704,00. Sehingga total biaya kerugian secara keseluruhan senilai Rp22.294.954.704,00 atau Rp1.644.231,00/Ha.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. S. Siagian, A. Rifai, dan A. Ismanto, "Pemodelan Sebaran Tumpahan Minyak di Perairan Teluk Balikpapan, Kalimantan Timur", *Jurnal Oseanografi*, vol. 5, no. 2, hal. 270-276, 2016.
- [2] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, Laporan Tim Penanganan Kejadian Tumpahan Minyak (Oil Spill) di Perairan Teluk Balikpapan Kota Balikpapan dan Kabupaten Penajam Pasir Utara Provinsi Kalimantan Timur, 2018.
- [3] M. Y. Ahyadi, A. P. Syarifudi, A. Z. Khairunisa, J. D. Ximenes, dan M. H. Hamdi, "Analisis Dampak Oil Spill Di Teluk Balikpapan Terhadap Kehidupan Masyarakat Dalam Perspektif Hukum Dan Lingkungan", *Jurnal Bumi Lestari*, vol. 21, no. 1, hal. 18-22, 2021.
- [4] D. Fatmawaty, "Analisis Pertanggungjawaban Pencemaran Lingkungan Akibat Tumpahan Minyak (Studi Kasus: Kebocoran Pipa Minyak di Teluk Balikpapan)", *Jurnal Bumi Lestari*, vol. 20, no. 1, hal. 14-21, 2020.
- [5] A. Ramadhan, S. H. Suryani, dan S. Hoeshendrajana, "Pendekatan Valuasi Ekonomi untuk Menghitung Dampak Ekonomi Akibat Tumpahan Minyak di Wilayah Pesisir dan Laut", *Jurnal Sosial*

- Ekonomi Kelautan dan Perikanan*, vol. 12, no. 1, hal 1-10, 2017.
- [6] Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2014 Tentang Kerugian Lingkungan Hidup Akibat Pencemaran dan/atau Kerusakan Lingkungan Hidup.
- [7] Mauludiyah dan Mukhtasor. "Perhitungan Skala Biaya Kerugian akibat Tumpahan Minyak: Relevansinya untuk Perairan Indonesia" di *Seminar Nasional Teori dan Aplikasi Teknologi Kelautan*, Teknik Manajemen Pantai Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, hal. 119-128, 2009.
- [8] N. O. Oktawati dan E. Sulistianto, "Kajian Pengelolaan Ekosistem Mangrove Di Kelurahan Kariangau Kecamatan Balikpapan Barat Melalui Pendekatan Ekonomi", *Jurnal Harpodon Borneo*, vol. 8, no. 2, hal. 113-121, 2015.
- [9] Peraturan Menteri Keuangan RI Nomor 15 dan 16 /PMK.10/2017 Tentang Besar Santunan dan Iuran Wajib Dana Pertanggung Wajib Kecelakaan Alat Angkutan Penampungan Umum di Darat, Sungai/ Danau, Ferry/ Penyebrangan, Laut dan Udara.
- [10] Putusan Pengadilan Negeri Balikpapan Nomor 99/Pdt.G/2019/Pn Bpp tanggal 10 Agustus 2020.
- [11] Dinas Pangan Pertanian dan Perikanan Kota Balikpapan, Laporan Hasil Produksi Perikanan di Balikpapan, 2018-2022.
- [12] T. Jayawardana, Penilaian Terpadu Dampak Tumpahan Minyak di Perairan Balikpapan, Tesis, Program Studi Ilmu Lingkungan, Universitas Indonesia, Jakarta, Indonesia, 2006.
- [13] Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat RI Nomor 28/Prt/M/2016 Tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum.
- [14] H. J. Ruitenbeek, Mangrove Management an Economic Analysis of Management Option with a Focus on Bintuni Bay, Irian jaya. Canada: Dalhousie University Printing Center, 1992.
- [15] Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 1990 Tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati Dan Ekosistemnya.