

Volume 4 Nomor 2 Tahun 2020
A g u s t u s 2 0 2 0

JURNAL PENGELOLAAN LINGKUNGAN BERKELANJUTAN

(Journal of Environmental Sustainability Management)

Jurnal ini dikelola oleh :

Badan Kerjasama Pusat Studi Lingkungan (BKPSL) se-Indonesia

Sekretariat Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan (JPLB)

Gedung Pusat Penelitian Lingkungan Hidup (PPLH-IPB) Lantai 4

Kampus IPB Dramaga Bogor 16680

Telp. 0251 – 8621262, 8621085; Fax. 0251 – 8622134

Homepage jurnal : <http://www.bkpsl.org/ojswp/index.php/jplb>

E-mail : jplb@bkpsl.org / jurnalbkpsl@gmail.com

JURNAL PENGELOLAAN LINGKUNGAN BERKELANJUTAN (JPLB)/ *Journal of Environmental Sustainability Management (JESM)*

Penanggung Jawab

Ketua Badan Kerjasama Pusat Studi Lingkungan (BKPSL) se-Indonesia

Dewan Editor

Lingkungan Geofisik dan Kimia

Prof. Tjandra Setiadi, Ph.D (ITB)

Dr. M. Pramono Hadi, M.Sc (UGM)

Lingkungan Sosial dan Humaniora

Prof. Dr.Ir. Emmy Sri Mahreda, M.P (ULM)

Andreas Pramudianto, S.H., M.Si (UI)

Lingkungan Biologi (Biodiversity)

Prof. Dr. Okid Parama Astirin, M.S (UNS)

Dr. Suwondo, M.Si (Unri)

Kesehatan Masyarakat dan Kesehatan Lingkungan

Dr. Drs. Suyud Warno Utomo, M.Si (UI)

Dr. Indang Dewata, M.Sc (UNP)

Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan

Dr. Ir. Agus Slamet, DiplSE, M.Sc (ITS)

Dr. Ir. Sri Utami, M.T (UB)

Ketua Editor Pelaksana

Prof. Dr. Ir. Hefni Effendi, M.Phil (IPB)

Asisten Editor

Dr. Melati Ferianita Fachrul, M.Si (Usakti)

Gatot Prayoga, S.Pi (IPB)

Sekretariat

Dra. Nastiti Karliansyah, M.Si (UI)

Alamat Redaksi

Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan (JPLB)

Gedung Pusat Penelitian Lingkungan Hidup (PPLH-IPB) Lantai 4

Kampus IPB Darmaga Bogor 16680

Telp. 0251 – 8621262, 8621085; Fax. 0251 – 8622134

Homepage jurnal : <http://www.bkpsl.org/ojswp/index.php/jplb>

E-mail : jplb@bkpsl.org / jurnalbkpsl@gmail.com

Badan Kerjasama Pusat Studi Lingkungan (BKPSL) se-Indonesia bekerjasama dengan Pusat Penelitian Lingkungan Hidup – Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Institut Pertanian Bogor (PPLH-LPPM, IPB) mengelola bersama penerbitan JPLB sejak tahun 2017, dengan periode terbit tiga nomor per tahun. Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan (JPLB) menyajikan artikel ilmiah mengenai pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan dari segala aspek. Setiap naskah yang dikirimkan ke Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan ditelaah oleh mitra bestari.

How to ensure sustainability of economic and social activities post earthquake a case study in Lombok West Nusatenggara Indonesia

Kholil^{1*}, N. Ariani², A. Setyawan³, S. Ramli⁴

¹Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Sahid University, Jakarta, Indonesia

²Department of Tourism Management, Faculty of Economic and Business, Sahid University, Jakarta, Indonesia

³Department of Management Economic, Faculty of Economic, Gunadarma University, Jakarta, Indonesia

⁴Department of Health, Safety and Occupational, Faculty of Public Health, Binawan University, Jakarta, Indonesia

Abstrak.

Salah satu masalah serius akibat gempa Lombok pada 28 Juli 2018 adalah terhentinya aktivitas produktif masyarakat, sehingga kelangsungan hidup mereka terancam. Tujuan dari penelitian ini adalah membangun model pemulihan ekonomi pasca gempa di Lombok Nusatenggara Barat yang dapat digunakan sebagai model pemulihan ekonomi daerah pasca gempa di Indonesia. Metode analisis yang digunakan adalah SAST (*Strategic Assumption Surfacing and Testing*) dan AHP (*Analytical Hierarchy Process*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemulihan mental masyarakat pasca gempa merupakan masalah terpenting sebelum pemulihan ekonomi. Untuk memulihkan perekonomian masyarakat, pengembangan industri rumah tangga berbasis gula kelapa dan kerajinan tangan merupakan kegiatan produktif yang paling potensial untuk menjamin kelangsungan hidup masyarakat. Kesimpulan dari penelitian ini adalah pemulihan mental dan pengembangan kegiatan produktif berbasis sumber daya alam unggulan daerah merupakan kunci utama pemulihan ekonomi.

Kata kunci: gempa bumi, mitigasi, pemulihan mental, industri rumahan

Abstract.

One of the serious problems caused by the Lombok earthquake on July 28, 2018 was the cessation of people's productive activities, so that their survival was threatened. The purpose of this research was to build a model of economic recovery post earthquake in Lombok, West Nusatenggara that can be used as a model for post earthquake regional economic recovery in Indonesia. The analytical methods used were SAST (Strategic Assumption Surfacing and Testing) and AHP (Analytical Hierarchy Process). The results of study showed that the mental recovery of the community after the earthquake was the most important problem before economic recovery. To recover the community's economy, the development of coconut sugar and handicraft-based home industries was the most potential productive activity to ensure the sustainability of people's lives. The conclusion of this study was mental recovery and the development of productive activities based on regional superior natural resources were the main keys to economic recovery post earthquake.

Keywords: earthquake, mitigation, mental recovery, home industry

1. INTRODUCTION

Geographically, Indonesia is one of the countries with the highest natural disaster, because it is located on three plates: Indo Australia in the south, Pacific Ocean in the east and Eurasia in the north. One of the most frequent disaster is earthquake (BNPB 2010). An earthquake is a natural disaster that cannot be predicted when it will occur, what time and where it will occur. Estimates of earthquake are only the magnitude and region such as in Java, Sumatra, etc. (Regulation of the Head of the National Disaster Management Agency Number 8 of 2011). Earthquake is also defined as shocks that occur on the surface of the

* Korespondensi Penulis
Email : kholilppm@gmail.com

earth caused by collisions between earth plates, active faults, volcanic activity or stone collapse, which impact on the destruction of various buildings, economic facilities and infrastructure, loss of life and environmental degradation (Lu *et al.* 2013; BNPB 2017; Aydan *et al.* 2018). There are several reasons why earthquake happens, namely: (1) the release of energy due to the shift of the earth's plate; (2) the motion of the earth's plates that are mutually distant. This will form a new plate between both of them which will be pressed causing the new plate to move downward. Therefore, it will produce an energy with tremendous strength which is the main cause of vibrations or shocks on the surface of the earth called an earthquake; (3) motion of the earth's plates that are approaching each other. The movement of the plates that come close together will form a new mountain which triggers an earthquake; and (4) because of the movement of magma developing a very large gas pressure in the crater blockage and causes an earthquake. There are 3 forms of earthquakes, namely: (a) tectonics, caused by the shifting of the soil plate due to convection currents that occur on earth; (b) volcanic, caused by the movement of magma, usually on volcanoes, followed by volcanic eruptions; and (c) artificial, caused by human actions such as nuclear accidents or dynamite (Amri *et al.* 2016).

The impacts of earthquakes in the developed and developing countries are different. In Japan, an earthquake-prone country, for example, Fukushima earthquake 2016 and 2011 and Kobe earthquake 1995 had very powerful impact but did not cause damage and loss as what happened in Indonesia such as Aceh 2004, Nias 2005, Yogya 2006, Padang 2007, North Sulawesi 2008, Tasikmalaya 2009 and Mentawai 2010 which caused damages to infrastructure, houses and economic centers as well as enormous human casualties. Regulation of the Head of the National Disaster Management Agency Number 8 of 2011 about standardization of disaster data states that earthquakes can cause damage to infrastructure facilities, public facilities, places of worship, destruction of economic facilities and human casualties. While WHO (2013), Ando *et al.* (2017) and Dwidiyanti *et al.* (2018) also stated that earthquake can also cause mental depression, fear of an earthquake, difficult to forget the event of echo and fear of entering the house.

7.0 magnitude earthquake striking Lombok on July 28 and August 5, 2018 resulted in both huge economic losses, reaching IDR 10.1 trillion which included economic infrastructure (school buildings, residential houses, business centers, roads, markets) and ecological damage (ecosystems, flora and fauna). The number of victims reached 564 people died and 390,529 people were relocated, not to mention it caused 167 thousand houses were damaged (BNPB 2018). North Lombok Regency is a red zone with the most severe damage, there are 466 victims death or 82.6% of the total death, 829 people were seriously injured,

134,236 people were relocated and 23,098 houses were damaged, more than 45% of infrastructures were damaged, so most of the community's productive activities stopped and disrupted people's livelihoods.

Generally, earthquake disrupted people's lives, such as the earthquake and tsunami in Aceh on December 26, 2004 which caused damage the infrastructure and destruction of community housing as well as caused a mental depression in the community. Information system support that can provide an information quickly and precisely is needed to take the right response when an earthquake occurs (Prenger-Berninghoff *et al.* 2014), while Lubkowski (2014) stated that understanding how these hazards impact on the built environment is a key factor in understanding how the effect of earth quake can be countered. The results of the Tentama study (2014) show that social support in post-disaster communities is closely related to the recovery of psychological trauma in the community. Meanwhile, Ashley and Swick (2019) conducted a study on 23 people affected by post traumatic disorders and 23 control members of the military showing that traumatic causes slow response time, difficulty in concentrating, decreased endurance, irritability/ease and difficulty in communicating, so that social life in society is disturbed. Until September 2018, two months after first earthquake, there have been 825 aftershocks which are 13-15 times a day. People are haunted by fear and insecurity and experience deep mental depression, so that they cannot live comfortably and quietly (BNPB 2018). This also happened to Japanese people after the 2011 earthquake, around 10.0-53.5% experienced PTSD disorders, 3.0-47.5% experienced mental depression (WHO 2013; Ando *et al.* 2017). Dwidiyanti *et al.* (2018) showed that out of 88 community respondents after the earthquake in Lombok, 85% experienced symptoms of neurosis, 64.7% experienced symptoms of PTSD and 25% experienced symptoms of psychotic. According Cheng *et al.* (2014), the most impact of the earthquake is physical illness, lack of income and lower social support were associated with PTSD symptoms, as well as housing and office buildings, educational facilities and pressure on the community economy which caused its growth to slow down (Yanti *et al.* 2017).

Mental recovery is an important activity to regain self-confident normally, it's a process of managing the illness and its effects over time and "reclaiming (one's) right to a safe, dignified and personally meaningful and gratifying life in the community. The key factor for the success of post-earthquake recovery is the involvement and high commitment of all central and local stakeholders (private, community, NGOs and government) (Daly *et al.* 2012; Meilianda *et al.* 2017). One of the important roles of the government needed in economic recovery is to provide motivation and guidance to business actors (Emrizal 2015). Besides that, Collaboration between local governments and other institutions with

international institutions such as the international humanitarian community is needed in recovering of the earthquake (CFE-DM 2018).

Economic growth, especially in North Lombok, experienced a very serious slowdown. Various real sectors of society, especially those based on agriculture, home industries such as the manufacture of coconut sugar, creative industries (handicrafts), clove oil refining, etc., which previously became the mainstay of people's livelihoods could not operate because of the damage of infrastructure facilities and the difficulty in getting raw materials. This will greatly disrupt the sustainability of regional and the development of human resources particularly for education and health in the future, so the sustainability of people's lives is threatened.

Community involvement or public participation in post earthquake social and economic recovery is very necessary. The development in all respects will succeed if the community is involved; participation also means community involvement not only in the implementation of development but also in the identification of community potential, policy formulation and evaluation (Adi 2007). There are several factors that influence community participation, such as knowledge, opportunity, encouragement, value of benefits from activities and appreciation and the existence of support (Slamet 2003; Ife and Tesoriero 2008; Hardianti *et al.* 2017).

To encourage public participation, recovery activities must be able to touch and be felt by the community. One aspect that can be felt by the community is economic recovery through the development of home industry. Home industry is a productive activity carried out by women. Characterized by the location of activities is integrated with their homes. Smith (2014) states that the role of women in home industry development is crucial. Meanwhile, Kholil *et al.* (2017) state that the role of women through the home industry is very large in supporting the family economy, to support the sustainability of studies, health and family harmony. Home industry development often faces problems such as: (1) limited capital, (2) untrained workforce, (3) low technology and (4) limited market coverage. However, home industry has a very large role in improving people's welfare and providing employment (Zuhri 2013). To ensure business continuity, the development of home industry must be based on local superior potential (Zuhri 2013; Kholil *et al.* 2016). Prayitno (1987) states that the government must pay attention to activities that are able to absorb labor, especially women, in the countryside. To ensure the sustainability of development and economic growth, the social and economic recovery of post earthquake areas in accordance with objective conditions becomes very important (Coppola 2007).

To restore the socio-economic life of the community, the government has carried out a recovery and reconstruction process, by building infrastructure facilities such as houses, roads, markets, bridges and irrigation. However, the process was very slow and the community was not involved, so the recovery process needed a very long time and its causing low sense of belonging for local community. The main problem in post-disaster recovery without involving the community is the incompatibility of development with the needs of the real community, so that the infrastructure that is built has less real impact on the economic recovery of the community.

The purpose of this study is to identify the most important and definite strategic aspects in rebuilding the socio-economic community in the post earthquake area and building a model of community participation that is appropriate to the objective conditions of the community after the earthquake.

2. METHODOLOGY

The research was conducted on April-October 2019 in North Lombok Regency, one of the worst areas affected by the earthquake on July 28 and August 5, 2018. An approach method used in this study was a combination of experts-based and empirical-based approach. Expert-based approach was chosen regarding the complexity of the problems faced in economic and social recovery, which involve multi actors: policy maker, business actors, community, academics and NGO. There are 9 experts as the resource persons in this research, each represented by two people, except NGOs only 1 person. While empirical-based approach was conducted considering that statistical data are needed to support expert-based analysis. Data analysis using SAST (Strategic Assumption Surfacing and Testing) and then followed by an ECM (exponential comparison matrix) analysis and AHP (Analytical Hierarchy Process). SAST was used to find out what strategic assumptions that must be considered in economic and social recovery and ECM to select the most priority aspect should be done before economic recovery. ECM method uses the formula as shown in **Equation 1**:

$$TN_i = \sum_{j=1}^m (RK_{ij})^{TKK_j} \dots\dots\dots (1)$$

Description:

TN_i : i-th alternative value

RK_{ij} : j-th alternative importance for i-th alternative decision

TKK_j : alternative criteria for j-th decision, where $I_j \geq 0$

While AHP was used to choose the most appropriate strategy in accordance with objective conditions. Based on expert discussion, hierarchical structure to be analyzed using the AHP method is shown in **Figure 1**.

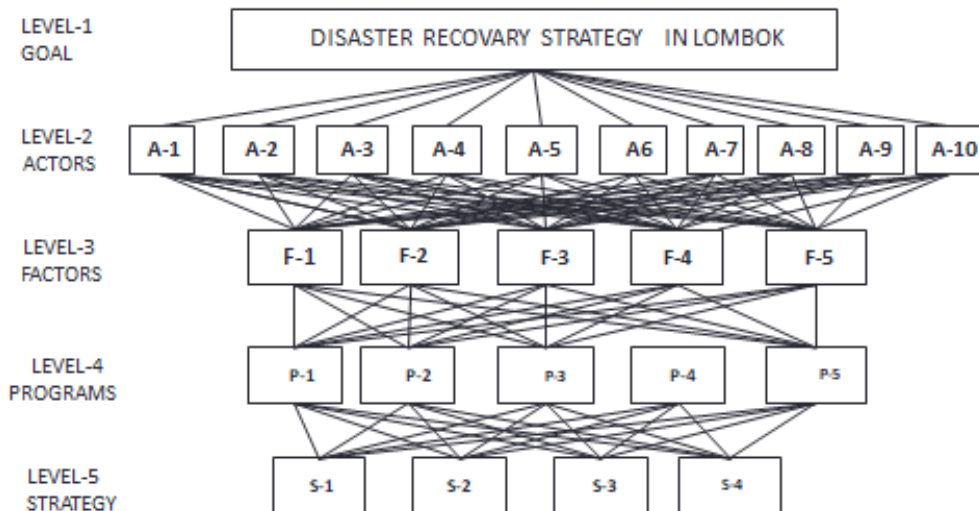


Figure 1. Hierarchical structure of disaster recovery strategy in Lombok.

Description:

Level-2

A1 : Ministry of public work and housing
 A2 : Ministry of foreign affair
 A3 : Provincial government
 A4 : District government
 A5 : Regional people representative
 A6 : Businessman
 A7 : High education
 A8 : Bank
 A9 : NGO
 A10: Local community

Level-3

F1 : Manpower
 F2 : People's welfare
 F3 : Business Sustainability
 F4 : Social life
 F5 : Regional development

Level 4

P1 : Home industry development
 P2 : Capital assistance
 P3 : Development of joint venture cooperative
 P4 : Infrastructure development
 P5 : Mental and social rehabilitation

Level5

S1 : Licensing deregulation
 S2 : Development of home industry center
 S3 : Networking development
 S4 : Development home industry based on leading resources

3. RESULTS AND DISCUSSION

North Lombok Regency is a district expansion which was inaugurated on July 1st, 2008, with an area of 776.25 km², a population of 233,691 people and divided into 5 sub-districts. North Lombok is very located in very strategic geographical area, on tourist destinations such as Mount Rinjani, three Gili islands, Sendang Gile Waterfall, etc. Before the earthquake occurred, agriculture, tourism and home industry were mainstay for the community in which these sectors have developed and become the support of people's lives. Some home

industries that have developed here include making coconut sugar, clove oil refining, honey farming, handicrafts (pottery and souvenir) and food & beverages (especially from cashew). Since the earthquake striking this area on July 28, 2019, the productive activities of the community have largely stopped due to damage of production facilities and equipment. A lot of people suffered from the mental pressure which was still difficult to eliminate. In addition, they are currently living in a temporary home.

Based on 35 respondents selected, there were several main problems faced by the community due to the earthquake: (1) mental stress (51.4%), (2) clean water (28.6%), (3) Housing (15.5%) and the others (4.5%). Most of Lombok people are shocked and panicked when an earthquake occurred, then the panic continued because the earthquake occurred almost every hour for two months. Lombok earthquake caused 87% of infrastructures damage and destroyed clean water supply facilities, so the people have difficulty getting clean water. Before carrying out economic recovery, according to most respondents (88.56%) mental rehabilitation is the most important needs to be done, because it is not possible to carry out economic activities in a state of mental stress. 86.5 of 35 respondents stated that they still felt deep mental pressure so they could not carry out normal activities.

This result is in line with the results of a study by Dwidiyanti *et al.* (2018) on the emergence of people experiencing mental disorders after the Lombok earthquake, mental disorders in post-tsunami among Acehese people (Fourianalistyawati 2010) and the emergence of psychosocial disorders for the people of Klaten after the 2006 Yogyakarta earthquake (Masykur 2006).

SAST analysis results showed that the most important strategic considerations in economic and social recovery are clean water, government policy and financial aid, as shown in **Figure 2**. Based on that figure there are three aspects that have a very high level of importance and certainty, namely Clean water facilities (A), Government policy (B) and Financial support (J), while Road infrastructure (C), Public involvement (E) and Human resources (K) are the three aspects with high level of certainty but low level of importance. But raw material (H) and local value are the two important aspects and low level of certainty. Thus, the most strategic aspect to support local economic recovery after earthquake in Lombok are A, B and J.

The results of ECM analysis showed that the most urgent activities in economic recovery post earthquake in Lombok is traumatic recovery due to mental stress (181.84) and then government policy support (162.03), as shown in **Table 1**.

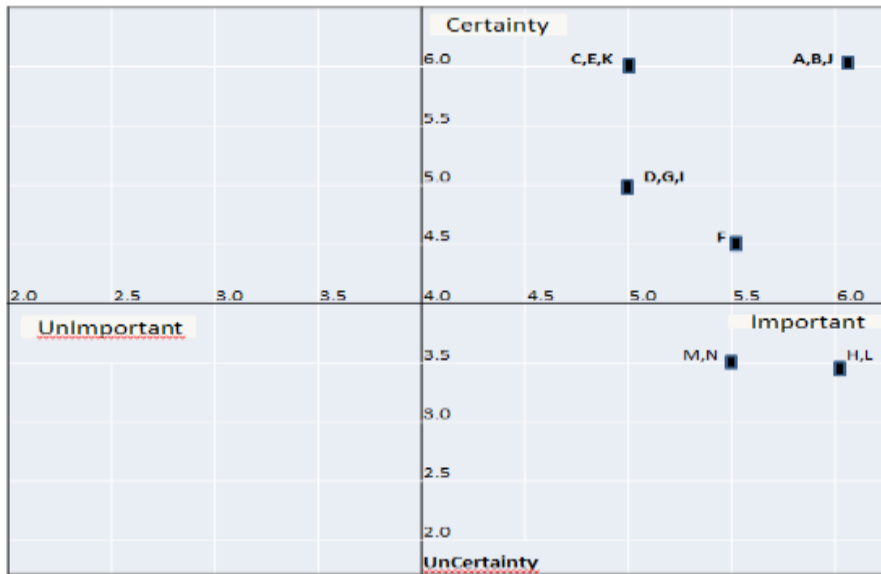


Figure 2. Strategic assumptions of economic recovery in North Lombok after the earthquake.

Descriptions:

A : Clean water facilities

B : Government policy

C : Road infrastructure

D : Superior resources

E : Public involvement

F : Regional economic institution

G : Market

H : Raw material

I : Human resources

J : Financial

K : Human Resources

L : Local value

M : Social institution

N : Saving and loan cooperative

Table 1. Priority activities in economic recovery post earthquake.

Alternative	Level of criticality	Social aspect	Economic aspect	Cultural aspect	Political aspect	Total value	Rank
Traumatic recovery	2.75	62.05	55.69	55.69	8.42	181.84	1
Entrepreneurship training	2.50	35.16	50.63	50.63	7.66	144.06	3
Capital aid	2.25	27.56	56.25	56.25	2.25	142.31	4
Networking	2.00	18.00	40.50	40.50	6.13	105.13	6
Home industry development	2.25	24.50	36.13	36.13	2.00	98.75	7
Saving and loan cooperative	1.75	20.25	36.00	36.00	2.25	94.50	8
Raw material	2.25	24.61	31.61	31.61	5.36	93.19	9
Construction of business facilities	2.25	31.64	50.77	50.77	6.89	140.06	5
Government Policy	2.50	45.16	50.63	50.63	15.63	162.03	2
Business development center	1.75	21.44	21.44	21.44	1.75	66.06	10

Another aspect that must be addressed in the recovery of communities after the earthquake is the strengthening of the community's economy. The economic empowerment of the community must be related with the local superior potential, the competency and culture of the community, the availability of labor and the culture of the people, so that community will be easier to adopt the innovations provided.

Community economic recovery does not have to be done uniformly for each region but should be based on the superior potential in each region. The One Village One Product (OVOP) system can be an option, so that each region in the future has its own advantages. North Lombok was characterized by an agricultural areas and tourist destinations. Most people depend on agriculture and plantations such as developing horticulture, developing coconut sugar, developing cashew-based foods and drinks and honey livestock. However, since the earthquake on July 28th, most productive activities stopped because the facilities and production facilities were damaged. While Gili Trawangan, Air Terjun Sendang Gile and Mount Rinjani are the famous tourist destination in North Lombok. The livelihood of the people around this area depend on tourist activities. The results of discussions with the community showed that most people (87.6%) wanted economic activity to recover as soon as before. This means that economic recovery must be in accordance with the objective condition of region.

AHP analysis results showed, that district government (A4) has the highest value (0.212), meaning that local government is the actor who has the most role in economic recovery post earthquake, followed by provincial government (0.176). Both of these government have direct responsibilities. Then, peoples's welfare is the most priority indicator (0.315) in economic recovery, with the main program is mental rehabilitation (0.258) and then capital assistance (0.256). While development of home industry based on superior resources is the most appropriate strategy in accordance with riel condition (0.334), as shown in **Figure 3**.

Among the potential superior resources, the coconut sugar home industry and handicraft were the most appropriate resources for people's economic recovery. The coconut sugar home industry is one of the home-based industries that has developed and absorbed a lot of labor in the North Lombok area. As the main yield of plantations, almost every community has a coconut plantation and has processed it into coconut sugar. Reviving the coconut sugar home industry meant that there were a large part of the North Lombok community and wide employment opportunities, so that the economic life of the community could recover soon.

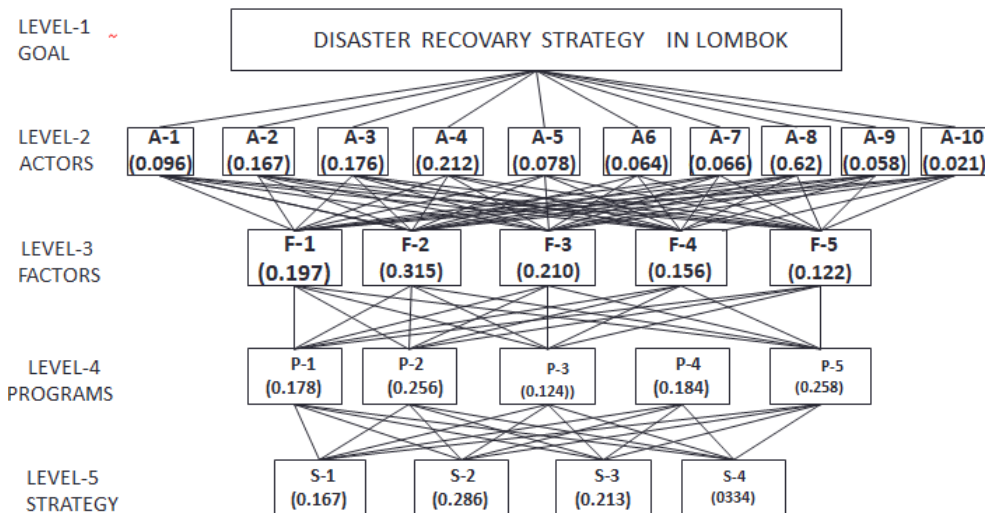


Figure 3. Priority strategy for economic recovery post earthquake.

Making coconut sugar is part of the community's activities that has been handed down for generations. Coconut raw materials are available and it needs simple processing systems without special skills and special technology. Coconut production in all North Lombok reaches 66,500 tons, while in North Lombok only it reaches 14,639 tons/month with an area of 10,573 ha, involving 10,917 households (BPS Kabupaten Lombok Utara 2017). Meanwhile, coconut products have not been processed and the seeds are sold at very cheap prices Rp1,000/seed. By processing coconut into coconut sugar, it will increase the income of most people as well as absorb considerable employment. Broadly speaking, the production of coconut sugar. Broadly speaking, coconut sugar production process is shown in **Figure 4**.

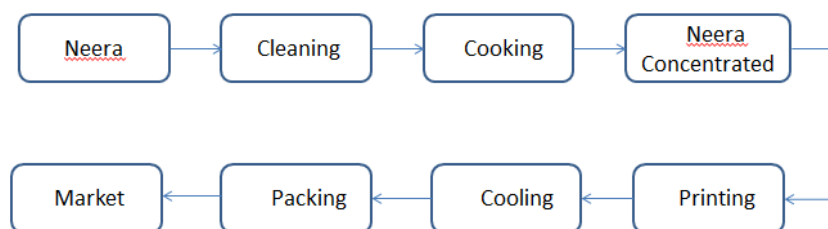


Figure 4. Coconut sugar production process.

The coconut sugar production process is quite simple. First, coconut sap is cleaned, cooked, printed into the mold, cooled for a while, then packaged in the desired size and then marketed. From the makers/craftsmen, coconut sugar is collected by collectors and sold through retail sales at the market. This process shows that coconut sugar supply chain also opens up employment. However, a

joint venture cooperative has not yet been formed which allows the craftsmen to have a bargaining power against middlemen at a better price. Therefore, to guarantee a price that is more reasonable and profitable for craftsmen, it needs to be formed together. Based on the results of the field survey, the coconut sugar chain supply model before the earthquake is shown in **Figure 5**.

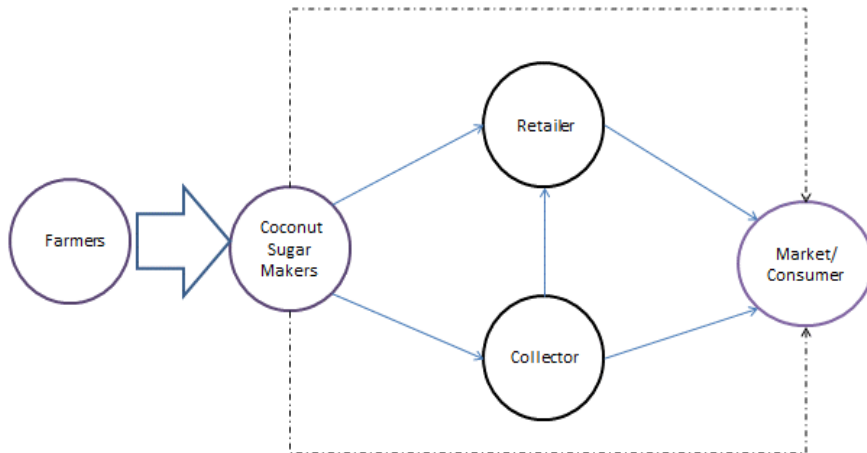


Figure 5. Coconut sugar supply chain model in North Lombok Regency.

Tappers give the neera to the craftsman or make their own sugar. The product is deposited to the collector or to the retailers. The retailers are also supplied from village collectors and then from retailers or sugar collectors distributed to buyers on the market. This system opens employment, both at the level of craftsman, collectors and retailers. Value chain occurs at retailers and collectors, with a range of Rp100-300/kg. However, since the July 28 earthquake, production and the activities of collectors and retailers stopped.

Besides the potential of the home industry's coconut sugar and handicraft (pottery), North Lombok as the national tourist destination area is well known by both foreign and domestic tourists. North Lombok has the natural tourism (Gili Terawangan, Sendang Gile, Gunung Rinjani, etc.). Pottery handicrafts and other accessories are very well-known, more than 500 accessories craftsmen with an average of 3 workers spread in North Lombok. Accessories products have become a special attraction for tourists. Like the activities of coconut sugar craftsmen, the organizers of the accessories have also stopped since the earthquake.

Economic recovery of the community must be in accordance with the needs of the community. The results of interviews in the field show that almost all of them expected the return of productive activities as before the earthquake. Therefore, the community will fully support and be actively involved in the process of economic and social recovery. The community-based economic

recovery model is based on objective conditions and the results of the analysis can be described as shown in **Figure 6**.

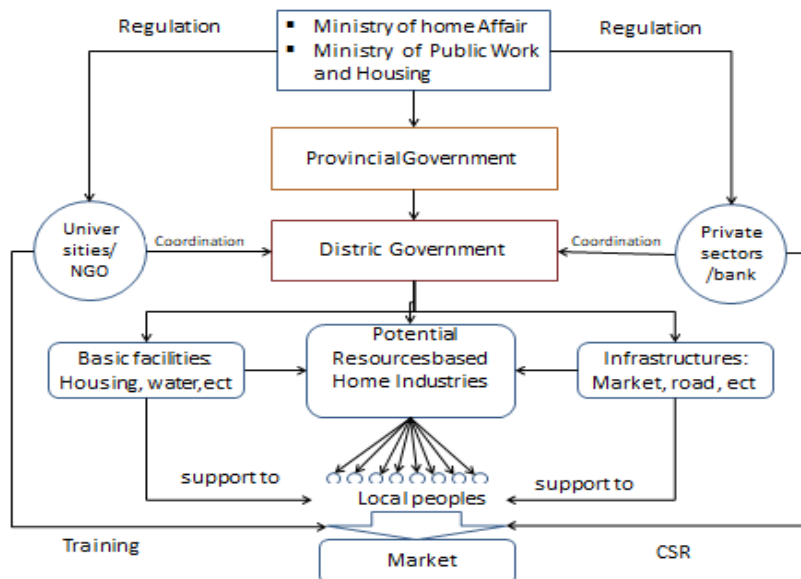


Figure 6. Model of economic recovery for the community after the earthquake.

4. CONCLUSION AND SUGGESTION

The most urgent factor to recover the social and economic life of the community in the post earthquake area is the mental health of the community. Mental pressure/depression due to the earthquake that has not been recovered will disrupt the recovery process. Community involvement in economic recovery through the development of the home industry is the most appropriate strategy. The most suitable potential home industry in accordance with the objective conditions of the people of North Lombok after the earthquake is the development of home industries based on potential resources such as coconut sugar, accessories, food and drink. To develop a coconut sugar home industry, it is necessary to provide capital assistance by involving private companies through CSR program and improve community skill in the term of the production process, market access and business governance through training and business assistance.

5. ACKNOWLEDGMENT

The author expresses his gratitude to everyone who have helped this study, especially to the Ministry of Research of Higher Education for funding support for research activities. Thanks also to the North Lombok Government for giving

the permission for the research and all experts and business people who have contributed inputs in the research activities.

6. REFERENCES

- Adi IR. 2007. Perencanaan partisipatoris berbasis asset komunitas: dari pemikiran menuju penerapan. FISIP UI Press. Depok.
- Amri MR, Yulianti G, Yunus R, Wiguna S, Adi AW, Ichwana AN, Randongkir RE and Septian RT. 2016. Risiko Bencana Indonesia. BNPB. Jakarta. Available at: http://inarisk.bnpb.go.id/pdf/Buku%20RBI_Final_low.pdf.
- Ando S, Kuwabara H, Araki T, Kanehara A, Tanaka S, Morishima R, Kondo S and Kasai K. 2017. Mental health problems in a community after the great east Japan earthquake in 2011: a systematic review. *Harv. Rev. Psychiatry*. 25(1):15-28.
- Ashley V and Swick D. 2019. Angry and fearful face conflict effects in post-traumatic stress disorder. *Front. Psychol.* 10(136):1-10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00136>.
- Aydan O, Nasiry NZ, Ohta Y and Ulusay R. 2018. Effects of earthquake faulting on civil engineering structures. *Journal of Earthquake and Tsunami* 12(4). <https://doi.org/10.1142/S1793431118410075>.
- [BNPB] Badan Nasional Penanggulangan Bencana. 2010. Rencana penanggulangan bencana nasional 2010-2014. BNPB. Jakarta.
- [BNPB] Badan Nasional Penanggulangan Bencana. 2017. Tanggap dan tangkas tangguh menghadapi bencana. BNPB. Jakarta.
- [BNPB] Badan Nasional Penanggulangan Bencana. 2018. Gempa Lombok [internet]. Available at: <https://bnpb.go.id/berita/gempa-lombok>.
- [BPS] Badan Pusat Statistik Kabupaten Lombok Utara. 2017. Kabupaten Lombok Utara dalam angka 2017. BPS Kabupaten Lombok Utara. Lombok Utara.
- [CFE-DM] Center for Excellence in Disaster Management and Humanitarian Assistance. 2018. Indonesia disaster management references handbook. CFE-DM. Hawaii. Available at: https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/Indonesia_2018-0618v1.0.pdf.
- Cheng Y, Wang F, Wen J and Shi Y. 2014. Risk factors of post-traumatic stress disorder (PTSD) after Wenchuan earthquake: a case control study. *PLoS ONE* 9(5):1-7. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0096644>.
- Coppola D. 2007. Introduction to disaster management. Butterworth-Heinemann. Oxford.
- Daly P, Feener RM and Reid A. 2012. Aceh setelah tsunami dan konflik. Pustaka Larasan. Denpasar.

- Dwidiyanti M, Hadi I, Wiguna RI and Ningsih HEW. 2018. Gambaran risiko gangguan jiwa pada korban bencana alam gempa di Lombok Nusa Tenggara Barat. *Holistic Nursing and Health Science* 1(2):82-91.
- Emrizal. 2015. Pemulihan ekonomi dengan usaha mikro pasca gempa dan tsunami tahun 2009 di Sumatera Barat [Proceeding]. *Prosiding Seminar Nasional Ekonomi dan Akuntansi (SINEMA)*. Fakultas Ekonomi UNP.
- Fourianalistyawati E. 2010. Peran psikoterapi transpersonal dalam pemulihan dan peningkatan kesehatan mental pada korban gempa. *Konferensi Nasional II Ikatan Psikologi Klinis. HIMPSI*.
- Hardianti S, Muhammad H and Lutfi M. 2017. Partisipasi masyarakat dalam pembangunan infrastruktur desa (program alokasi dana desa di Desa Buntoni Kecamatan Ampana Kota). *E-Jurnal Katalogis* 5(1):120-126.
- Ife J and Tesoriero F. 2008. *Community development: alternatif pengembangan masyarakat di era globalisasi*. Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- Kholil, Susanty SL and Soecahyadi. 2016. Potential leading resources in Padang Panjang City, West Sumatra: the development of regional economic based on soft system methodology (SSM). *Journal of Scientific Research and Reports* 9(7):1-8.
- Kholil, Sulistiyadi K and Agusdini DS. 2017. Gender-responsive of micro enterprise development strategy using SAST (strategic assumption surfacing and testing) and ISM (interpretative structural modeling). *International Journal of Development Research* 7(12):17830-17834.
- Lu X, Mao Y, Chen Y, Liu J and Zhou Y. 2013. New structural system for earthquake resilient design. *Journal of Earthquake and Tsunami* 7(3).
- Lubkowski Z. 2014. Contrasting the impact of earthquakes in developed and developing countries [Proceeding]. *Earthquakes: from Mechanics to Mitigation*. London.
- Masykur AM. 2006. Potret psikososial korban gempa 27 Mei 2006 (sebuah studi kualitatif di Kecamatan Wedi dan Gantiwarno, Klaten). *Jurnal Psikologi Undip* 3(1):36-44.
- Meilianda E, Safrida and Direzkie Y. 2017. Linking global context of sustainable recovery with a local context post-tsunami recovery at Banda Aceh City, Indonesia. *International Journal of Disaster Management* 1(1):20-34.
- Prayitno H. 1987. *Pembangunan ekonomi pedesaan*. LP3ES. Jakarta.
- Prenger-Berninghoff K, Cortes VJ, Sprague T, Aye ZC, Greiving S, Głowacki W and Sterlacchini S. 2014. The connection between long-term and short-term risk management strategies for flood and landslide hazards: examples from land-use planning and emergency management in four European case studies. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* 14(12):3261-3278. <http://doi.org/10.5194/nhess-14-3261-2014>.

- Regulation of the Head of the National Disaster Management Agency Number 8 of 2011 about standardization of disaster data.
- Slamet M. 2003. Pembangunan masyarakat berwawasan partisipasi. Sebelas Maret University Press. Surakarta.
- Smith. 2014. Assessing the contribution of the "theory of matriarchy" to the entrepreneurship and family business literatures. *International Journal of Gender and Entrepreneurship* 6(3):255-275.
- Tentama F. 2014. Dukungan sosial dan post-traumatic stress disorder pada remaja penyintas Gunung Merapi. *Jurnal Psikologi Undip* 13(2):133-138.
- [WHO] World Health Organization. 2013. Building back better: sustainable mental health care after emergencies. WHO. Geneva.
- Yanti RP, Suharsono, Palupi IR dan Hidayat W. 2017. Preventive toward earthquake's disaster in west sumatra based on geographic anaysis. *Jurnal Dialog Penanggulangan Bencana* 8(1):13-20.
- Zuhri S. 2013. Analisis pengembangan usaha kecil home industri sangkar ayam dalam rangka pengentasan kemiskinan di Lamongan. *Jurnal Manajemen dan Akuntansi* 2(3):46-65.

Analisis beban dan tingkat pencemaran di Perairan Dumai, Provinsi Riau

F. Ariani^{1*}, H. Effendi², Suprihatin³

¹Program Studi Teknologi Penangkapan Ikan, Sekolah Tinggi Perikanan dan Kelautan Matauli, Tapanuli Tengah, Indonesia

²Pusat Penelitian Lingkungan Hidup, IPB University, Bogor, Indonesia

³Departemen Teknologi Industri Pertanian, IPB University, Bogor, Indonesia

Abstrak.

Dumai merupakan kawasan yang memiliki berbagai aktivitas antropogenik yang dapat mengakibatkan timbulnya tekanan terhadap ekosistem di perairan Dumai dan dapat menyebabkan perairan tidak produktif dan keanekaragaman hayati menurun. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat beban pencemaran di Perairan Dumai menggunakan metode *purposive sampling*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat pencemaran tertinggi terdapat di sekitar kawasan Pangkalan Sesai dan Purnama yang kawasannya dialiri oleh Sungai Dumai. Indeks pencemaran menunjukkan status kualitas perairan Dumai telah tercemar sedang.

Kata kunci: beban pencemaran, tingkat pencemaran, Perairan Dumai

Abstract.

Dumai is an area that has various anthropogenic activities that can result in pressure on the ecosystem in Dumai waters and can cause unproductive waters and decrease biodiversity. This study aims to determine the level of pollution load in Dumai waters using a purposive sampling method. The results of this study indicate that the highest level of pollution is around the Pangkalan Sesai and Purnama areas where the Dumai River flows. The pollution index indicates that the quality status of Dumai waters has been moderately polluted.

Keywords: pollution load, pollution level, Dumai Waters

1. PENDAHULUAN

Dumai merupakan salah satu kawasan yang berbatasan langsung dengan Selat Malaka yang merupakan jalur pelayaran internasional. Pertumbuhan dan perkembangan industri di Kota Dumai semakin meningkat, hal ini terlihat dari jumlah aktivitas industri yang semakin pesat sejalan dengan aktivitas antropogenik yang ada di sekitar pesisir Dumai. Aktivitas tersebut secara tidak sengaja mempengaruhi kualitas perairan yang berada di Selat Rupat hingga terjadinya penurunan kualitas perairan pesisir.

Kegiatan industri, rumah tangga dan pertanian yang dilakukan dalam pemenuhan kebutuhan hidup masyarakat pesisir memberikan sumbangan limbah yang dapat menyebabkan penurunan kualitas air (Suriawiria 2005). Kegiatan permukiman memberikan masukan bahan pencemaran ke dalam perairan. Begitu pula halnya dengan kegiatan lainnya seperti industri dan bongkar muat menyebabkan semakin tingginya kandungan bahan pencemar. Menurut Erari *et al.* (2012), masyarakat adalah salah satu faktor penyebab rusaknya sebuah ekosistem. Masyarakat dapat menjadi penyebab air sungai di

* Korespondensi Penulis
Email : fitriariani1791@gmail.com

Dumai dan perairan Selat Rupat menjadi tercemar dan tidak produktif (Sofia *et al.* 2010).

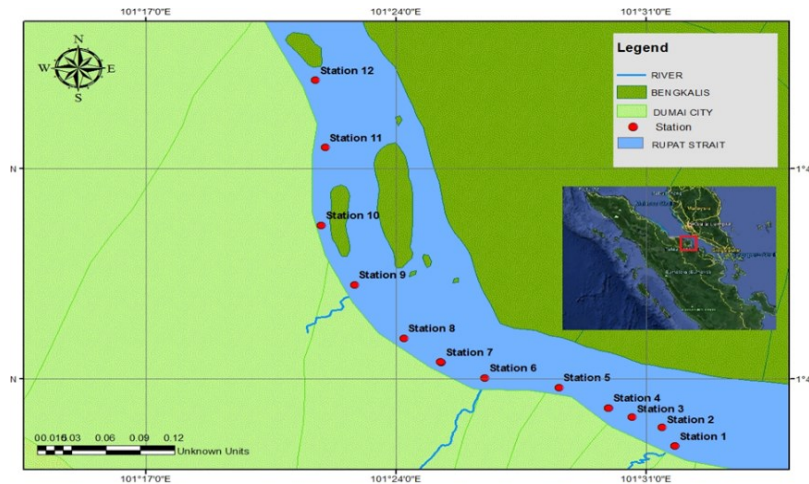
Peningkatan pengembangan wilayah kota ke arah pantai dapat mempengaruhi pesatnya pertumbuhan industri, sehingga dapat menyebabkan terjadinya pencemaran laut (Roach 2005; Huang *et al.* 2013; Xie *et al.* 2013; Yao *et al.* 2015). Kondisi pencemaran akibat buangan limbah yang berlangsung terus menerus dan tak terkendali dapat berakibat fatal bagi kehidupan biota perairan (Chatvijitkul *et al.* 2017; Cheng *et al.* 2017; Darmian *et al.* 2018). Penurunan jumlah keanekaragaman dan kelimpahan hayati yang disebabkan oleh pencemaran dapat mengancam pertumbuhan ekosistem perairan (Beketov *et al.* 2013) dan kedepannya akan mempengaruhi pendapatan nelayan yang sumber mata pencahariannya berada di Perairan Dumai.

Agar suatu perairan tetap produktif, diperlukan adanya kontrol beban pencemaran yang masuk ke dalam perairan yang didasarkan pada sejumlah proses diantaranya ekspor polutan, sedimentasi, penguapan hidrolisis, transformasi fotokimia, oksidasi kimia, penyerapan biologi, *filter-feeder*, serta penyerapan polutan dalam tanah (Campolo *et al.* 2002; Ostroumov 2002). Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan menganalisis beban dan tingkat pencemaran yang terdapat di perairan Dumai.

2. METODOLOGI

2.1. Lokasi penelitian

Penelitian dilaksanakan di Perairan Dumai. Pengambilan sampel dilakukan pada empat kawasan yaitu Kelurahan Pangkalan Sesai (Sungai Dumai), Kelurahan Purnama (Sungai Mesjid), Kelurahan Bangsal Aceh (Sungai Nerbit) dan Kelurahan Lubuk Gaung (Sungai Buluhala). Setiap kawasan terdiri atas tiga stasiun (**Gambar 1** dan **Tabel 1**). Penentuan lokasi titik sampling menggunakan *Global Positioning System* (GPS).



Gambar 1. Lokasi stasiun pengambilan sampel di Selat Rupat.

Tabel 1. Deskripsi lokasi pengambilan sampel.

Lokasi	Posisi Geografis	Nama Sungai	Koordinat	Deskripsi
1	Kelurahan Pangkalan Sesai (Stasiun 1, 2 dan 3)	Sungai Dumai	1°63'72" LU 101°49'19" BT	- Dok yard bongkar muat barang - Pemukiman - Dermaga kapal (bea cukai, angkutan laut) - Mangrove
2	Kelurahan Purnama (Stasiun 4, 5 dan 6)	Sungai Mesjid	1°65'56" LU 101°46'85" BT	- Pelabuhan Bongkar Muat Ikan (TPI) - Pemukiman Penduduk - Dermaga kapal pengangkut ikan - Komunitas mangrove - Bongkar muat barang
3	Kelurahan Bangsal Aceh (Stasiun 7, 8 dan 9)	Sungai Nerbit	1°60'19" LU 101°38'36" BT	- Aktivitas Industri
4	Kelurahan Lubuk Gaung (Stasiun 10,11 dan 12)	Sungai Buluhala	1°70'21" LU 101°31'06" BT	- Aktivitas Industri

Sumber: Data primer (2015).

2.2. Metode pengambilan sampel

Pengambilan sampel air dilakukan dengan menggunakan Van Dorn *Water Sampler*. Pengukuran parameter suhu, salinitas, pH dan DO menggunakan *Water Quality Checker* (WQC), sedangkan untuk analisis kimia lainnya seperti nitrat, fosfat, BOD₅ dan COD dilakukan di Laboratorium Ekologi dan Pengelolaan

Lingkungan Perairan, Universitas Riau. Metode dan alat-alat pengambilan sampel secara rinci disajikan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Metode pengambilan sampel.

Parameter	Satuan	Metode/alat	Keterangan
Suhu	°C	QI/LKA/12 (Termometer)	in-situ
Salinitas	‰	Hand Refraktometer	in-situ
pH	-	Water Quality Checker (WQC)	in-situ
DO	mg/l	Water Quality Checker (WQC)	in-situ
BOD ₅	mg/l	APHA.2510 B,- 1998	ex-situ/laboratorium
COD	mg/l	QI/LKA/19 (Spektrofotometer)	ex-situ/laboratorium
Fosfat	mg/l	Spektrofotometer GENESYS 10S UV VIS	ex-situ/laboratorium
Nitrat	mg/l	APHA. 4500 NO2 B, 2005	ex-situ/laboratorium
Minyak	mg/l	APHA 2012	ex-situ/laboratorium
TSS	mg/l	APHA. 2540D, 2005	ex-situ/laboratorium

Sumber: Data primer (2015).

2.3. Prosedur analisis data

Estimasi tingkat pencemaran dianalisis dengan pendekatan *Rapid Assessment* yaitu perhitungan beban pencemar dari setiap sumber pencemaran seperti pemukiman (jumlah populasi), restoran, aneka industri, pertanian, perikanan dan transportasi (pelayaran). Merujuk pada Djajadiningrat dan Amir (1991), analisis beban limbah dengan *rapid assessment* dilakukan dengan menggunakan **Persamaan 1**.

$$BL = Q \times C \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

BL = beban pencemaran dari sebuah sungai (ton/thn)

Q = debit sungai (m³/thn)

C = konsentrasi limbah (mg/l)

Total beban pencemaran dari seluruh sungai yang bermuara di Selat Rupat dihitung berdasarkan *rapid assessment* merujuk pada Djajadiningrat dan Amir (1991) yang dijelaskan melalui **Persamaan 2**.

$$TBL = \sum_{i=1}^n BL \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

TBL = total beban limbah

N = jumlah sungai

I = beban limbah sungai ke-i

Salah satu metode penentuan status mutu air adalah menggunakan Indeks Pencemaran (IP) mengacu pada KepMenLH Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air (Lampiran II). Metode ini dapat memberi

masuk kepada pengambil keputusan agar dapat menilai kualitas suatu badan air untuk suatu peruntukkan tertentu, serta melakukan tindakan perbaikan kualitas air jika terjadi penurunan kualitas akibat kehadiran senyawa pencemar. Perhitungan status mutu air dengan menggunakan metode IP disampaikan pada **Persamaan 3**.

$$P_{ij} = \frac{\sqrt{\left(\frac{Ci}{Lix}\right)^2 R^2 + \left(\frac{Ci}{Lix}\right)^2 M^2}}{2} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

(Ci/Lix)R = Nilai rata-rata dari jumlah konsentrasi dari parameter yang diuji.

(Ci/Lix)M = Nilai maksimal dari hasil pembagian hasil nilai konsentrasi dengan baku mutu.

Hasil perhitungan IP dibandingkan dengan klasifikasi status mutu air sebagaimana tertera dalam KepMenLH Nomor 115 Tahun 2003 (**Tabel 3**), sehingga dapat diketahui status mutu air sungai tersebut.

Tabel 3. Klasifikasi status mutu air berdasarkan nilai Indeks Pencemaran (IP).

Skor	Status mutu
$0 \leq IP \leq 1,0$	Baik
$1,0 < IP \leq 5,0$	Cemar ringan
$5,0 < IP \leq 10,0$	Cemar sedang
$IP > 10,0$	Cemar berat

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kualitas air

Pencemaran perairan merupakan masuk atau dimasukkannya suatu zat, bahan pencemar, makhluk hidup, energi, atau komponen lainnya ke dalam air yang diakibatkan oleh aktivitas antropogenik maupun proses alami dari lingkungan itu sendiri, sehingga menurunkan fungsi kualitas suatu perairan sampai tingkat tertentu (KepMenLH Nomor 51 Tahun 2004). Berdasarkan hasil kajian, kualitas perairan Dumai tergolong cemar sedang berdasarkan pada beberapa parameter yang telah melebihi nilai ambang batas (baku mutu) air laut sesuai KepMenLH Nomor 51 Tahun 2004 (Lampiran III). Nilai-nilai parameter kualitas air hasil pengamatan pada 12 stasiun sampling di Perairan Dumai disampaikan pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Kualitas air di Perairan Dumai.

Parameter	Baku Mutu	Unit	Titik Sampling											
			Kel. Pangkalan Sesai			Kel. Purnama			Kel. Bangsal Aceh			Kel. Lubuk Gaung		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Suhu	-	°C	32	31	30	30	31	28	31	30	31	29	32	31
Kecerahan	>6	m	0,55	0,32	0,60	0,91	0,62	0,42	0,58	0,61	0,44	0,67	0,51	0,53
Salinitas	-	‰	19,10	23,30	30,90	25,10	28,30	21,80	22,80	21,20	26,80	21,30	20,90	26,60

pH	7-8,5	-	6,2	6,3	6,2	7,1	7,3	8,3	8,5	8,1	7,2	7,8	7,7	8,7
DO	>5	mg/l	2,60	4,70	4,30	2,40	3,80	3,57	2,40	2,80	2,98	4,40	3,80	3,70
BOD ₅	20	mg/l	48,37	78,90	96,50	97,35	77,20	63,87	74,70	86,80	57,29	108,10	154,30	101,30
COD	-	mg/l	178,60	167,04	189,30	167,20	176,32	138,32	179,36	177,84	162,64	186,80	148,80	142,90
Fosfat	0,015	mg/l	0,11	0,25	0,15	0,15	0,14	0,39	0,13	0,03	0,04	0,13	0,10	0,10
Nitrat	0,008	mg/l	0,74	1,33	0,42	0,90	1,03	1,91	0,70	0,82	0,72	0,85	1,89	1,97
Minyak	1	mg/l	0,327	0,213	0,434	0,436	0,332	0,386	0,49	0,48	0,46	0,642	0,719	0,537
TSS	400	mg/l	56,10	38,10	43,50	39,70	40,20	46,90	47,40	49,50	44,20	41,10	37,10	46,40

Sumber: Data primer (2015).

3.1.1. Derajat keasaman (pH)

Pengolahan air untuk perbaikan kualitas air dapat dilihat berdasarkan nilai derajat keasaman suatu perairan (Kordi dan Tancung 2007). Perairan Dumai memiliki nilai derajat keasaman (pH) stabil dengan nilai kisaran 6,2-8,7. Hasil ini menunjukkan bahwa perairan Dumai masih berada dalam kisaran yang dapat diterima oleh organisme akuatik. Setiap jenis organisme memiliki nilai derajat keasaman yang berbeda-beda (Cech 2005). Ikan yang hidup di perairan dengan pH tinggi memiliki kandungan amonia lebih tinggi dibandingkan dengan ikan yang hidup di perairan tawar (Tiwary *et al.* 2013).

Perubahan pH perairan dapat mempengaruhi proses pelarutan dan presipitasi partikel-partikel sedimen. Menurut Rifardi (2008), proses pengendapan (sedimentasi) di perairan dipengaruhi oleh proses-proses kimia. Hal ini berdampak buruk terhadap kehidupan biota laut karena pH merupakan salah satu parameter dari tingginya produktivitas primer perairan.

3.1.2. DO (*dissolved oxygen*)

Oksigen terlarut merupakan parameter penting yang diperlukan oleh semua organisme yang ada di perairan. Berkurangnya kandungan oksigen terlarut dalam perairan akan sangat mengganggu dan berbahaya bagi kehidupan organisme akuatik. Oksigen yang terisi pada badan air dengan cara kontak langsung dengan atmosfer merupakan hal yang sangat penting karena atmosfer berkontribusi terhadap sebagian besar oksigen dalam air (Achmad 2004).

Konsentrasi DO tertinggi terdapat di kawasan Kelurahan Pangkalan Sesai stasiun 2 yakni sebesar 4,70 mg/l, sedangkan konsentrasi terendah terdapat pada kawasan Kelurahan Purnama stasiun 4 dan kelurahan Bangsal Aceh stasiun 7 yakni sebesar 2,40 mg/l. Proses fotosintesis dan absorpsi dari udara menjadi penyebab terjadinya fluktuasi konsentrasi DO di perairan Salmin (2000). Pada kasus kondisi anaerobik, oksigen yang dihasilkan akan mereduksi senyawa-senyawa kimia menjadi lebih sederhana dalam bentuk nutrien dan gas. Semakin banyak jumlah DO, maka kualitas air semakin baik, sebaliknya bila kadar DO terlalu rendah akan timbul aroma yang tidak sedap akibat terjadinya degradasi anaerobik (Salmin 2000).

3.1.3. BOD₅

Tingkat pencemaran bahan organik pada air limbah dapat dicirikan dari tingkat BOD₅ perairan. Tingginya bahan organik dapat menyebabkan mikroba menjadi aktif dan menguraikannya menjadi senyawa asam-asam organik. Proses penguraian ini terjadi secara *aerob* dan *anaerob* yang menghasilkan gas CH₄, NH₃ dan H₂S yang berbau tidak sedap (Djarwanti *et al.* 2000).

Secara umum konsentrasi BOD₅ yang terdapat di Perairan Dumai telah melebihi nilai baku mutu yang ditetapkan oleh KepMenLH Nomor 51 Tahun 2004 untuk biota laut. Konsentrasi BOD₅ terendah terdapat di kawasan Kelurahan Pangkalan Sesai Stasiun 1 (48,37 mg/l) dan konsentrasi tertinggi terdapat pada kawasan Lubuk Gaung Stasiun 11 (154,30 mg/l). Tingginya kandungan BOD₅ pada kawasan-kawasan tersebut disebabkan tingginya kandungan limbah organik yang berasal dari daratan sekitar perairan (aktivitas antropogenik dan aktivitas industri). Nilai BOD₅ yang tinggi akan mempengaruhi proses aerobik, karena oksigen tidak dapat mengoksidasi bahan-bahan organik dan non organik. Konsentrasi oksigen yang rendah dapat mengakibatkan kematian massal pada bakteri aerob (Susana dan Suyarso 2008).

3.1.4. TSS (*total suspended solid*)

Padatan tersuspensi total merupakan bahan yang tersuspensi di dalam air yang terdiri dari lumpur, pasir halus dan jasad-jasad renik (Effendi 2003). Semua perubahan yang tampak pada perairan berhubungan dengan material tersuspensi dan material yang terlarut di dalam air (Selanno 2009).

Total suspended solid atau padatan tersuspensi di perairan Dumai berkisar 37,10-56,10 mg/l. Kandungan TSS terendah berada di Stasiun 11 Kelurahan Lubuk Gaung dan tertinggi terdapat pada stasiun 1 di Kelurahan Pangkalan Sesai. Kelurahan Pangkalan Sesai merupakan kawasan yang dipadati oleh kegiatan antropogenik. Limbah-limbah tersebut mengalir langsung ke Perairan Dumai, sehingga menyebabkan kandungan TSS pada kawasan tersebut lebih tinggi dibandingkan lokasi lainnya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sami (2012), pada umumnya limbah yang digunakan oleh masyarakat dibuang langsung ke saluran umum yang berhubungan langsung dengan perairan.

3.1.5. Minyak

Aktivitas industri minyak merupakan salah satu penghasil limbah yang menyumbang pencemaran di laut. Secara umum kandungan minyak di perairan Dumai masih berada di bawah baku mutu yang ditetapkan oleh KepMenLH Nomor 51 Tahun 2004 untuk biota laut. Konsentrasi minyak terendah berada di lokasi Stasiun 2 Kelurahan Pangkalan Sesai (0,213 mg/l) yang merupakan area pemukiman penduduk di sekitar kawasan hutan *mangrove*. Konsentrasi tertinggi terdapat pada stasiun 11 Kelurahan Lubuk Gaung (0,719 mg/l) yang

merupakan kawasan padat industri. Pencemaran minyak dapat mengganggu proses reproduksi, pertumbuhan dan perilaku biota laut, serta berdampak pada pengembangan ekosistem (Yamamoto *et al.* 2003). Pada hal kronisnya, pencemaran minyak dapat berdampak langsung pada kematian organisme laut (Sulistiyono 2013).

3.2. Beban pencemaran

Analisis beban pencemaran merupakan analisis hubungan antara besarnya beban pencemaran (*pollution load*) dari masing-masing pencemar dengan konsentrasi pencemar di laut (Selanno 2009). Polutan yang berasal dari kegiatan pertanian, peternakan, limbah perkotaan dan limbah industri yang langsung masuk ke dalam aliran permukaan dapat menyebabkan pencemaran lingkungan perairan (Campolo *et al.* 2002). Nilai beban pencemar yang masuk ke dalam perairan Dumai disajikan pada **Tabel 5**.

Perhitungan beberapa beban pencemaran air sungai didasarkan pada besaran konsentrasi masing-masing unsur pencemar dan debit air sungai (Hamakonda *et al.* 2019). Sungai Mesjid yang berada di Kelurahan Purnama memberikan kontribusi terbesar terhadap beban pencemaran pada setiap parameternya yaitu NO₃ sebesar 6,303 kg/hari, PO₄ sebesar 1,280 kg/hari, BOD₅ sebesar 211,326 kg/hari, COD sebesar 457,657 kg/hari, TSS sebesar 155,177 kg/hari dan minyak sebesar 3,309 kg/hari. Hal ini disebabkan oleh besarnya debit air dan berbagai kegiatan yang dilakukan di Sungai Mesjid seperti bongkar muat sawit, bahan makanan pokok, serta tempat berlabuhnya kapal-kapal.

Tabel 5. Rata-rata konsentrasi beban pencemar yang berasal dari sungai.

No.	Nama sungai	Nilai beban pencemaran (kg/hari)					
		NO ₃	PO ₄	BOD ₅	COD	TSS	Minyak
1	Sungai Dumai	1,277	0,195	83,583	308,621	96,941	1,728
2	Sungai Mesjid	6,303	1,280	211,326	457,658	155,177	3,309
3	Sungai Nerbit	1,175	0,060	93,497	265,428	72,134	1,632
4	Sungai Buluhala	5,626	0,280	289,313	408,122	132,518	2,856

Sumber : Data primer (2015).

Beberapa bahan pencemar yang masuk ke dalam perairan merupakan bahan pencemar dari kegiatan industri dan limbah domestik baik itu pertanian, perkebunan, serta limbah rumah tangga. Berdasarkan **Tabel 6**, beban pencemaran tertinggi dari kegiatan industri berasal dari perusahaan C yang bergerak di bidang pengolahan industri minyak dan tangki timbun. Perusahaan C yang berlokasi di Lubuk Gaung secara tidak langsung mempengaruhi tingkat beban pencemaran di sekitar Sungai Buluhala yang merupakan salah satu sungai terpanjang di Dumai. Limbah yang masuk secara berlebihan ke dalam perairan dapat mempengaruhi kemampuan lingkungan dalam menampung beban

pencemaran. Hal ini sesuai dengan pernyataan Barcelo and Petrovic (2007) yang menyatakan bahwa kemampuan lingkungan dalam menampung beban pencemaran dapat dilihat berdasarkan aktivitas yang terdapat di sekitarnya, serta berapa besar parameter kimia dan bahan organik yang sudah masuk ke dalam perairan seperti parameter NO_3^- , PO_4^{3-} , BOD_5 , COD dan TSS.

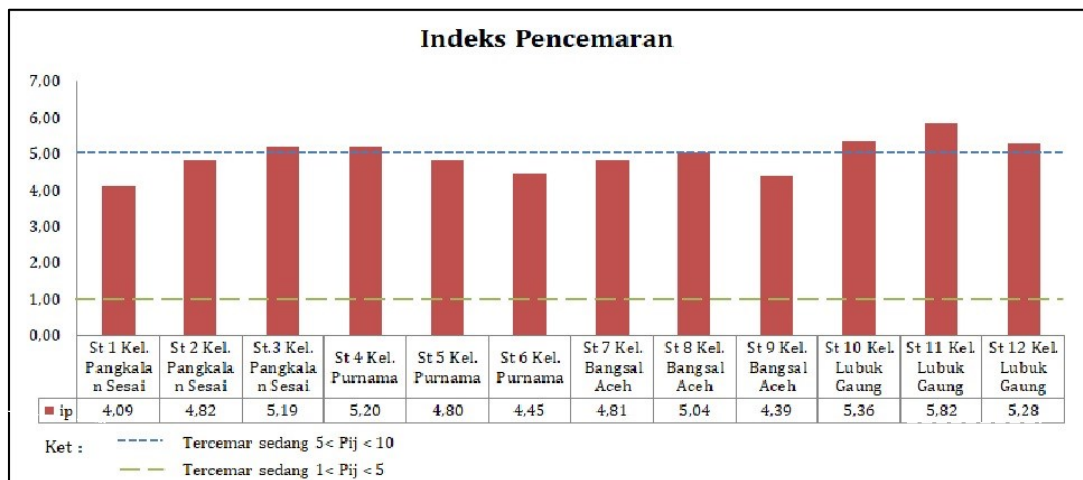
Tabel 6. Beban pencemaran yang berasal dari industri.

No	Nama perusahaan	Nilai beban pencemaran (kg/hari)				
		PO_4	BOD_5	COD	TSS	Minyak
1	Perusahaan A	0	0,57	2,69	3,05	0,08
2	Perusahaan B	0,053	0,0084	0,068	0,002	0
3	Perusahaan C	0,006	4,881	21,87	20,18	0,42

Sumber: Data Sekunder (2014).

3.3. Indeks pencemaran (IP)

Indeks Pencemaran digunakan untuk mengetahui status mutu sebuah perairan. Indeks Pencemaran yang bernilai kurang dari 1 memiliki kriteria baik sekali, sedangkan yang bernilai lebih dari 1 menunjukkan indikasi terjadinya pencemaran. Berdasarkan hasil analisa dengan menggunakan beberapa parameter air (pH, DO, BOD_5 , COD, nitrat dan fosfat) untuk menghitung nilai indeks pencemaran, diketahui bahwa secara umum tingkat pencemaran di perairan Dumai termasuk kategori tercemar ringan hingga sedang (**Gambar 2**).



Gambar 2. Nilai indeks pencemaran di Perairan Dumai.

Beberapa lokasi yang memiliki tingkat pencemaran sedang terdapat pada stasiun 3 di Kelurahan Pangkalan Sesai, stasiun 4 di Kelurahan Purnama dan seluruh stasiun di Kelurahan Lubuk Gaung. Lokasi stasiun 4 di Kelurahan Purnama merupakan kawasan bongkar muat kapal pengangkut barang dan ikan,

serta merupakan kawasan pemukiman padat penduduk yang diduga dapat mempengaruhi kualitas air di wilayah tersebut. Stasiun-stasiun di Kelurahan Lubuk Gaung merupakan lokasi dengan aktivitas padat industri. Lokasi-lokasi lainnya memiliki tingkat pencemaran terjadi masih tergolong tercemar ringan. Hal ini berarti perairan Dumai sudah berada dalam batas kemampuannya dalam menampung limbah pencemaran yang terdapat di dalamnya.

4. KESIMPULAN

Beban pencemaran perairan yang terdapat di perairan Dumai dipengaruhi oleh kegiatan yang ada di sekitarnya, baik dari daratan maupun perairan itu sendiri. Beban pencemaran tertinggi berasal dari Sungai Mesjid yang merupakan salah satu sungai terbesar yang mengalir di sepanjang kota Dumai dengan aktivitas seperti bongkar muat barang, pemukiman, serta pertanian.

Indeks Pencemaran (IP) menunjukkan bahwa status kualitas perairan Dumai pada beberapa lokasi penelitian telah tercemar sedang dengan nilai IP di atas 5. Indeks pencemaran yang terdapat di Kelurahan Lubuk Gaung telah tercemar sedang karena Kelurahan Lubuk Gaung merupakan salah satu kawasan industri aktif yang terdapat di Dumai. Sumber pencemar di Kelurahan Lubuk Gaung dibedakan menjadi sumber pencemar *point source* (aktivitas industri) dan *non point source* (aktivitas permukiman). Limbah pabrik yang masuk secara terus menerus ke dalam perairan Dumai dapat menyebabkan tekanan terhadap lingkungan, hal ini dapat dilihat pada tingginya beban pencemaran yang terjadi di kelurahan ini yang selaras dengan status mutu yang dimilikinya. Hal ini bukan hanya akan berdampak pada kesehatan organisme yang hidup, namun juga bagi kesehatan manusia yang memanfaatkan sumber daya laut tersebut.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini dilakukan dan dibantu oleh Laboratorium Ekologi dan Pengelolaan Lingkungan Perairan, Universitas Riau.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Achmad R. 2004. Kimia lingkungan edisi 1. Andi Offset. Yogyakarta.
- Barceló D and Petrovic M. 2007. Challenges and achievements of LC-MS in environmental analysis: 25 years on. *TrAC Trends in Analytical Chemistry* 26(10):2-11.
- Beketov MA, Kefford BJ, Schäfer RB and Liess M. 2013. Pesticides reduce regional biodiversity of stream invertebrates. *PNAS* 110(27):11039-11043.
- Campolo M, Andreussi P and Soldati A. 2002. Water quality control in the River Arno. *Water Research* 36(2002):2673-2680.

- Cech TV. 2005. Principles of water resources: history, development, management, and policy 2nd Ed. John Wiley & Sons. Hoboken.
- Chatvijitkul S, Boyd CE and McNevin AA. 2017. Pollution potential indicators for feed-based fish and shrimp culture. *Aquaculture* 477(1):43-49
- Cheng WYY, Liu Y, Bourgeois AJ, Wu Y and Haupt SE. 2017. Short-term wind forecast of a data assimilation/weather forecasting system with wind turbine anemometer measurement assimilation. *Renewable Energy* 107:340-351.
- Darmian MD, Monfared AAH, Azizyan G, Snyder SA and Giesy JP. 2018. Assessment of tools for protection of quality of water: uncontrollable discharges of pollutants. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 161:190-197.
- Djajadiningrat ST dan Amir H. 1991. Penilaian secara cepat sumber-sumber pencemaran air, tanah, dan udara. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Djarwanti, Sartantomo dan Sukani. 2000. Pemanfaatan energi hasil pengolahan limbah cair industri tahu. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi* 3(2):66-70.
- Effendi H. 2003. Telaah kualitas air bagi pengolahan sumberdaya dan lingkungan perairan. Yogyakarta. Kanisius.
- Erari SS, Mangimbulude J dan Lewerissa K. 2012. Pelestarian hutan mangrove solusi pencegahan pencemaran logam berat di perairan Indonesia. Seminar Nasional VIII Pendidikan Biologi (SEMBIO) 182-186.
- Hamakonda UA, Suharto B dan Susanawati LD. 2019. Analisis kualitas air dan beban pencemaran air pada sub DAS Boentuka Kabupaten Timor Tengah Selatan. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas* 23(1):56-67
- Huang L, Ban J, Han YT, Yang J and Bi J. 2013. Multi-angle indicators system of non-point pollution source assessment in rural areas: a case study near Taihu Lake. *Environmental Management* 51:939-950. <https://doi.org/10.1007/s00267-013-0024-x>.
- KepMenLH (Keputusan Menteri Lingkungan Hidup) Nomor 115 Tahun 2003 tentang pedoman penentuan status mutu air laut.
- KepMenLH (Keputusan Menteri Lingkungan Hidup) Nomor 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut.
- Kordi MGHK dan Tancung AB. 2007. Pengelolaan kualitas air dalam budi daya perairan. Penerbit Rineka Cipta. Jakarta
- Ostroumov SA. 2002. Polyfunctional role of biodiversity in processes leading to water purification: current conceptualizations and concluding remarks. *Hydrobiologia* 469:203-204
- Rifardi. 2008. Ekologi sedimen laut modern. Unri Press. Pekanbaru.
- Roach JA. 2005. Enhancing maritime security in the Straits of Malacca and Singapore. *Journal of International Affairs*. 59(1):97-116.

- Salmin. 2000. Kadar oksigen terlarut di perairan Sungai Dadap, Goba, Muara Karang dan Teluk Banten. In: Praseno DP, Rositasari R dan Riyono SH (Eds.). 2000. Foraminifera sebagai Bioindikator Pencemaran. Hasil Studi di Perairan Estuarin Sungai Dadap, Tangerang. P3O-LIPI. Jakarta.
- Sami. 2012. Penyisihan COD, TSS, dan pH dalam limbah cair domestik dengan metode fixed-bed coloumn up flow. *Jurnal Teknik Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe* 10(21):1-11.
- Selanno DAJ. 2009. Analisis hubungan antara beban pencemaran dan konsentrasi limbah sebagai dasar pengelolaan kualitas lingkungan perairan Teluk Ambon Dalam [Disertasi]. Program Pascasarjana, IPB University. Bogor.
- Sofia Y, Tontowi dan Rahayu S. 2010. Penelitian pengolahan air sungai yang tercemar oleh bahan organik. *Jurnal Sumber Daya Air* 6(2):145-160.
- Sulistyono. 2013. Dampak tumpahan minyak (oil spill) di perairan laut pada kegiatan industri migas dan metode penanggulangannya. *Forum Teknologi* 3(1):49-57.
- Suriawiria U. 2005. Air dalam kehidupan dan lingkungan yang sehat. PT Alumni. Bandung.
- Susana T dan Suyarso. 2008. Penyebaran fosfat dan deterjen di perairan pesisir dan luar Cirebon Jawa Barat. *OLDI* 34(1):117-131
- Tiwary CB, Pandey VS and Ali F. 2013. Effect of pH on growth performance and survive rate of Grass Carp. *Biolife Journal* 1(4):172-175.
- Xie RR, Pang Y, Li Z, Zhang NH and Hu FJ. 2013. Eco-compensation in multi-district river networks in North Jiangsu, China. *Environmental Management* 51:874-881. <https://doi.org/10.1007/s00267-012-9992-5>.
- Yamamoto T, Nakaoka M, Komatsu T and Kawai H, Takeno MLRG and Ohwada K. 2003. Impacts by heavy-oil spill from the Russian tanker nakhodka on intertidal ecosystems: recovery of animal community. *Marine Pollution Bulletin* 47(1-6):91-98.
- Yao H, Qian X, Yin H, Gao Ha and Wang Y. 2015. Regional risk assessment for point source pollution based on a water quality model of the Taipu River, China. *Risk Analysis* 35(2):265-277. <https://doi.org/10.1111/risa.12259>.

Penggunaan AHP guna penentuan prioritas penanganan permukiman tangguh bencana longsor

S. Utami^{1*}, K. Ekasari², R. M. Saputra³

¹Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia

²Jurusan PWK, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia

³Program Sarjana Arsitektur, Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia

Abstrak.

Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Batu Tahun 2010-2030 menyebutkan bahwa kawasan dengan risiko bencana longsor tinggi di Kota Batu berada di Kelurahan Temas. Risiko dengan ancaman longsor "tinggi", kerentanan sosial "sedang" dan kerentanan ekonomi "tinggi". Guna menentukan prioritas penanganan permukiman tangguh bencana longsor, maka metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) adalah metode yang paling relevan. Tujuan penelitian ini adalah menentukan prioritas penanganan elemen permukiman tangguh bencana. Alat yang digunakan adalah kuesioner perbandingan berpasangan. Elemen pembentuk permukiman yaitu *nature*, *man*, *society*, *shell* dan *network*. Namun, penelitian ini difokuskan pada bidang arsitektur yaitu *shell* (pondasi, bentuk bangunan, desain struktur, lokasi, atap) dan *network* (jalan, air bersih, drainase, air kotor, persampahan). Hasil penelitian menunjukkan bahwa urutan prioritas penanganan permukiman tangguh bencana longsor dari elemen *shell* adalah pondasi bangunan, lokasi dan struktur bangunan, sedangkan pada elemen *network* dimulai dari drainase lingkungan, jalan dan air bersih.

Kata kunci: AHP, permukiman tangguh bencana longsor

Abstract.

The 2010-2030 Batu City Spatial Plan states that the area with a high risk of landslides in Batu City is located in Temas Village. Risks with the threat of landslides are "high", social vulnerability is "medium" and economic vulnerability is "high". In order to determine the priority for handling landslide resilient settlements, the Analytical Hierarchy Process (AHP) method is the most relevant. The purpose of this research was to determine the priority for handling disaster resilient settlement elements. The tool used was a pairwise comparison questionnaire. Settlement-forming elements namely nature, man, society, shell and network. However, this research was focused on the field of architecture namely shell (foundation, building shape, structural design, location, roof) and network (roads, clean water, drainage, dirty water, solid waste). The results showed that the priority order for handling landslide resilient settlements from shell elements namely building foundations, location and structure of buildings. Meanwhile, the network elements were started from environmental drainage, roads and clean water.

Keywords: AHP, landslide resilient settlement

1. PENDAHULUAN

Kota Batu merupakan salah satu kota dengan tingkat ancaman bencana yang tinggi di Jawa Timur. Salah satu bencana yang paling sering terjadi di Kota Batu adalah longsor. Pada tahun 2018 tercatat ada 9 kejadian bencana tanah longsor dan selama tiga tahun terakhir setidaknya telah terjadi 86 kali bencana longsor (BPBD Kota Batu 2018). Kondisi geografis Kota Batu yang merupakan daerah perbukitan dan lereng gunung menyebabkan tingginya ancaman longsor. Longsor adalah kejadian bergeraknya puing-puing batuan (termasuk tanah di dalamnya) menuruni lereng dalam skala besar yang dipengaruhi oleh gaya gravitasi, tata guna lahan dan kemiringan lereng (Utami dan Asna 2019). Tanah longsor di area permukiman dapat menyebabkan kerugian materiil bagi

* Korespondensi Penulis
Email : sriutamiazis@ub.ac.id

penduduk, sehingga model kerentanan, bahaya dan risiko longsor yang baik diperlukan untuk meminimalisir kerugian yang ditimbulkan (Komac 2006).

Pemerintah kota telah merespon kejadian tersebut dengan menyusun program “Batu menjadi Kota Tangguh Bencana Periode 2017-2022” dalam Rencana Strategis Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Batu 2017-2022 (BPBD Kota Batu 2018). Namun, selama kurun waktu 5 tahun ini ditemukan masih sedikit desa yang tangguh terhadap bencana longsor. Penyebabnya bisa karena unsur alam (topografi yang variatif, curah hujan tinggi, sifat tanah setempat) dan elemen fisik bangunan lainnya (konstruksi pondasi, denah bangunan, campuran bahan bangunan, lokasi, jaringan, dll.).

PerDa Kota Batu Nomor 7 Tahun 2011 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Batu Tahun 2010-2030 menyatakan bahwa salah satu kawasan dengan risiko bencana longsor tinggi di Kota Batu terdapat di Kelurahan Temas. Kelurahan Temas memiliki kerentanan bencana longsor yang rendah (379,69 ha), sedang (91,68 ha), hingga tinggi (0,63 ha) (Rema *et al.* 2018). Terdapat empat aspek yang menyebabkan hal tersebut yaitu aspek fisik, lingkungan, sosial dan ekonomi. Kerentanan terhadap bencana ini juga bisa semakin meningkat karena wilayah bantaran sungai dimanfaatkan sebagai hunian akibat dari aktivitas urbanisasi (Jaswadi *et al.* 2012).

Upaya peningkatan kapasitas masyarakat di Kelurahan Temas sudah dilakukan, tetapi pengambilan keputusan guna perencanaan prioritas penanganan permukiman tangguh bencana longsor masih belum tersusun. Saaty (2008) mengembangkan *Analytic Hierarchy Process* (AHP) sebagai salah satu model pengambilan keputusan dengan *multiple criteria*. Hasilnya dapat digunakan untuk perencanaan (*planning*) dan penentuan prioritas, termasuk untuk menentukan prioritas penanganan elemen permukiman tangguh bencana longsor. Penelitian ini bertujuan menyusun perencanaan dan prioritas penanganan permukiman tangguh bencana longsor untuk Kelurahan Temas, Kota Batu melalui metode AHP. Permukiman terbentuk oleh lima elemen dasar yaitu alam, manusia, masyarakat, bangunan dan jaringan (Doxiadis 1968). Namun, penelitian ini berfokus pada dua elemen dasar bidang arsitektur yaitu bangunan (*shell*) dan jaringan (*network*). Elemen fisik jaringan merupakan salah satu aspek yang bisa ditingkatkan kemampuannya dalam rangka menanggapi risiko bencana yang berkembang (Lee *et al.* 2018). Elemen infrastruktur (*network*) merupakan salah satu aspek penting dalam penanganan preventif terhadap ancaman longsor, khususnya terkait air bersih, drainase dan sanitasi (Hidayati dan Noviana 2016). Selain elemen *network*, elemen lain yang juga mempengaruhi tingkat risiko adalah karakter bangunan. Adaptasi permukiman rawan bencana dapat dilihat dari perubahan tipe bangunan yang dirancang untuk mengurangi risiko kerugian akibat bencana (Utami *et al.* 2014).

2. METODOLOGI

2.1. Lokasi kajian dan waktu penelitian

Lokasi penelitian berada di kawasan dengan risiko bencana longsor tinggi hingga sedang yaitu di RT 6 RW 6, Kelurahan Temas, Kota Batu (**Gambar 1**).



Gambar 1. Lokasi penelitian di RT 6 RW 6, Kelurahan Temas, Kota Batu.

2.2. Tahapan penentuan prioritas penanganan permukiman tangguh bencana longsor

Pendekatan umum dalam mitigasi bencana adalah dengan meningkatkan kapasitas yang melekat pada komunitas atau *stakeholder* lokal guna mengurangi tingkat risiko bencana (Orencio and Fujii 2013). Penggunaan AHP pada penelitian ini dalam rangka merumuskan kebijakan secara terorganisir. Menurut Sudamara *et al.* (2012), AHP dapat digunakan untuk menyelesaikan suatu permasalahan dalam kerangka pemikiran yang terorganisir, sehingga dapat digunakan untuk pengambilan keputusan yang efektif. AHP merupakan salah satu pendekatan adaptif yang bermanfaat untuk perencanaan jangka panjang dengan memaksimalkan manfaat dari setiap pilihan strategi (Lessard 1998).

Penelitian dengan metode AHP ini berguna untuk menentukan prioritas penanganan permukiman dari ancaman bencana longsor. Tahapan-tahapan untuk mendapatkan urutan prioritas tersebut meliputi empat tahapan yaitu identifikasi masalah, penyusunan kuesioner dengan metode *pairwise comparison*, penilaian atau perbandingan oleh para ahli sebagai responden dan analisis data dengan metode AHP.

2.2.1. Identifikasi masalah

Identifikasi permasalahan didasarkan pada observasi faktual di lapangan. Data dikumpulkan berdasarkan pada dua elemen dasar permukiman (bangunan dan jaringan), variabel dan indikator penentu ancaman longsor (**Tabel 1**).

Tabel 1. Elemen dan variabel penelitian.

Elemen	Variabel	Indikator
Bangunan (<i>Shell</i>)	Pondasi bangunan	• Menembus tanah keras. • Berbentuk simetris & menerus. • Pada kedalaman sama (tidak bertangga).
	Denah/bentuk bangunan	• Berbentuk sederhana, simetris, tidak terlalu panjang. • Dilakukan dilatasi (pemisahan struktur) jika bentuk bangunan tidak simetris.
	Desain struktur bangunan	• Menggunakan <i>rigid frame</i> dengan kolom dan balok. • Menggunakan bahan beton bertulang.
	Lokasi bangunan	• Berdiri di atas tanah stabil, rata, maupun tanah keras, bukan merupakan tanah halus dan bersifat mengembang.
	Atap bangunan	• Kuda-kuda minimal terbuat dari material kayu yang berkualitas baik, tua, kering dan tidak bercacat pecah serta tidak terdapat kayu mudanya (<i>spint</i>). • Semua kayu harus kering tanpa mata kayu, sisi-sisi yang berkerut, lubang-lubang dan tanpa cacat-cacat serta telah dikeringkan.
Jaringan (<i>Network</i>)	Jalan	• Dimensi komponen berdasarkan jenis jalan (Jenis jalan lokal sekunder II): - Perkerasan 3,00 - 6,00 m - Bahu jalan 1,00-1,50 m - Pedestrian 1,50 m - Trotoar 0,50 m • Cakupan pelayanan, minimal menghubungkan permukiman dengan jalan lokal sekunder I dalam skala wilayah, terhubung dengan jalan lingkungan I atau menghubungkan antar rumah dalam permukiman. • Penutup jalan dengan material aspal, penmac, atau tanah urug.
	Air Bersih	• Memenuhi kebutuhan minimal 60 liter/orang/hari. • Menggunakan Sistem Penyediaan Air Minum dengan Perpipaan (SPAM) dengan sumber PDAM atau Sistem Penyediaan Air Minum Bukan Jaringan Perpipaan (SPAM BJP) dengan sumber sumur, penampungan air hujan, perlindungan mata air, saringan, mobil tangki air.
	Drainase	• Penerima air, berupa sungai dan air tanah. • Bangunan pengalir air, dapat berupa gorong-gorong, <i>street inlet</i>, pompa dan pintu air.
	Air Kotor	• Jenis sistem pengelolaan dengan sistem terpusat atau sistem pengelolaan setempat.
	Persampahan	• Pemilahan, menggunakan bak sampah atau <i>container</i> sampah. • Pengumpulan, menggunakan gerobak sampah, motor atau mobil pengangkut sampah menuju tempat penampungan sementara. • Pengangkutan, proses pemusatan sampah dari tempat penampungan sementara ke tempat pengolahan akhir, dapat menggunakan truk pengangkut sampah. • Pengolahan dengan 3R (<i>reduce, reuse, recycle</i>).

2.2.2. Penyusunan kuesioner dengan metode *pairwise comparison*

Kuesioner berisi perbandingan berpasangan antar satu variabel dengan variabel lain. Variabel tersebut diatur ke dalam matriks untuk diketahui tingkat kepentingan dan bobot yang dimiliki (Saaty and Vargas 2012), sehingga dapat diketahui tingkat kepentingan antara satu variabel dengan variabel lain. Metode *pairwise comparison* ini digunakan untuk memperoleh kecenderungan terkait dari setiap variabel yang dibandingkan (Osvaldo and Pangemanan 2016). Responden diminta untuk mengisi kuesioner dimana masing-masing elemen dihadapkan satu dengan yang lain untuk dinilai mana yang lebih penting dengan memilih antara angka 1 sampai 9 (**Tabel 2**).

Tabel 2. Skala penilaian.

Skala	Intensitas kepentingan	Keterangan
1	Sama penting	Kedua elemen sama pentingnya. Dua elemen mempunyai pengaruh yang sama besar.
3	Sedikit lebih penting	Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen yang lainnya. Pengalaman dan penilaian sedikit menyokong satu elemen dibandingkan elemen yang Lainnya.
5	Lebih penting	Elemen yang satu lebih penting daripada yang lainnya. Pengalaman dan penilaian sangat kuat menyokong satu elemen dibandingkan elemen yang lainnya.
7	Sangat penting	Satu elemen jelas lebih mutlak penting daripada elemen lainnya. Satu elemen yang kuat disokong dan dominan terlihat dalam praktik.
9	Mutlak penting	Satu elemen mutlak penting daripada elemen lainnya. Bukti yang mendukung elemen yang satu terhadap elemen lain memiliki tingkat penegasan tertinggi yang mungkin menguatkan.
2,4,6,8	Nilai menengah	Nilai-nilai antara dua nilai pertimbangan-pertimbangan yang berdekatan. Nilai ini diberikan bila ada dua kompromi di antara 2 pilihan.
1/n	Kebalikan	Jika untuk aktivitas i mendapat satu angka dibanding dengan aktivitas j, maka j mempunyai nilai kebalikannya dibanding dengan i. Jika untuk aktivitas i mendapat satu angka dibanding dengan aktivitas j, maka j mempunyai nilai kebalikannya dibanding dengan i.

Sumber: Saaty and Vargas (2012).

2.2.3. Penilaian atau perbandingan oleh para ahli sebagai responden

Responden dipilih secara *purposive sampling* yang merupakan ahli terkait tema penelitian yaitu wakil dari instansi BPBD Kota Batu, Dinas Perumahan Kawasan Permukiman dan Pertanahan (DPKPP) Kota Batu dan tokoh masyarakat setempat.

2.2.4. Analisis data dengan metode AHP

Analisis data dengan metode AHP dilakukan secara kuantitatif dan proses pengambilan keputusan dilakukan dengan prinsip dasar penguraian masalah (*decomposition*), perbandingan berpasangan (*comparative judgement*), sintesa prioritas (*synthesis of priority*) dan konsistensi logis (*logical consistency*) dari persepsi pakar yang dianggap ahli dalam bidang kebencanaan, sehingga dihasilkan bobot dari masing-masing elemen yang diteliti (Saaty 2008 dalam Hidayah *et al.* 2017). AHP dinilai sangat baik sebagai sebuah sistem pembuat keputusan karena menggunakan kognisi manusia dalam menentukan kepentingan relatif dari beberapa alternatif tersedia (Orencio and Fujii 2013). Pada penerapannya, metode AHP memiliki beberapa tahapan meliputi 1) penyusunan matriks timbal balik; 2) uji konsistensi; 3) penetapan prioritas; dan 4) penggabungan data (Saaty and Vargas 2012). Semua langkah tersebut dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Expert Choice* 11.

Setelah data dari masing-masing responden dianalisa, kemudian dilakukan pengombinasian dari data tersebut dengan mencari *Geometric Mean* dari seluruh data yang telah dianalisa. *Geometric Mean* adalah nilai rata-rata dari semua data dalam suatu sampel yang didapatkan dengan cara mengalikan semua nilai kemudian mengakarpangkalkannya. Tujuannya untuk mengombinasikan seluruh data yang telah didapat dari masing-masing responden, sehingga menjadi bobot yang akan digunakan untuk tahap selanjutnya. Berikut adalah persamaan yang digunakan dalam mencari *Geometric Mean* (**Persamaan 1**).

$$GM = \sqrt[n]{(X_1)(X_2) \dots (X_n)} \quad \text{.....(1)}$$

Keterangan:

GM : *Geometric Mean*

X_2 : Responden Kedua

X_1 : Responden pertama

X_n : Responden ke-n

Langkah selanjutnya adalah untuk mendapatkan urutan prioritas dari masing-masing variabel yakni didekati dengan menggunakan rumus Sturgess seperti pada **Persamaan 2**.

$$i = \frac{X_i - X_j}{n} \quad \text{.....(2)}$$

Keterangan:

I : Interval kelas

X_j : Indeks minimum

X_i : Indeks maksimum

n : Jumlah kelas

Hasil interval ini digunakan untuk menentukan rentang nilai dari tiga kategori (cukup penting, penting dan sangat penting). Perhitungan untuk menentukan rentang nilai pada masing-masing kategori disampaikan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Penentuan rentang nilai pada masing-masing kategori.

Kategori	Rumus
Cukup penting	(nilai terendah) sampai (nilai terendah + i)
Penting	(nilai terendah + i) sampai (nilai terendah + $i + i$)
Sangat penting	(nilai terendah + $i + i$) sampai nilai tertinggi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan RTRW Kota Batu Tahun 2010-2030 yang tercantum dalam PerDa Kota Batu Nomor 7 Tahun 2011, Kelurahan Temas termasuk dataran tinggi berbukit dengan ketinggian 900 mdpl, memiliki kisaran suhu udara 25-35°C, serta kemiringan lahan sebesar 25-40% dan >40%. Jumlah penduduk di Kelurahan Temas sebanyak 18.081 jiwa, terdiri dari penduduk laki-laki sejumlah 9.130 jiwa dan penduduk perempuan sejumlah 8.951 jiwa (BPS Kota Batu 2020).

Wilayah penelitian yaitu permukiman Temas merupakan kawasan permukiman di bantaran sungai. Mata pencaharian penduduk dominan adalah bertani karena potensi lahan yang subur di daerah ini. Bangunan rumah tinggal banyak terdapat di dekat lahan pertanian yang terletak di bantaran sungai dengan tingkat ancaman longsor sedang. Apabila terjadi longsor, kerentanan fisik dan sosial ekonomi menjadi penting untuk dinilai. Oleh karenanya, perlu penilaian terhadap elemen fisik permukiman terkait dengan bangunan dan jaringannya. Penilaian dari para ahli terhadap elemen fisik permukiman dikaitkan dengan tingkat kepentingannya (**Tabel 4**), hal ini guna menentukan prioritas penanggulangan sebagai permukiman tangguh longsor.

Tabel 4. Hasil penilaian terhadap elemen bangunan-jaringan dan tingkat kepentingannya.

No	Variabel	BPBD	DPKPP	Tokoh Masyarakat
1.	Elemen bangunan (<i>shells</i>)			
a.	Pondasi	0,321	0,282	0,289
b.	Denah/Bentuk Bangunan	0,100	0,042	0,103
c.	Desain Struktur	0,287	0,137	0,297
d.	Lokasi	0,255	0,484	0,246
e.	Atap	0,037	0,055	0,046
	<i>Consistency Ratio (CR)</i>	0,01	0,02	0,07
2.	Elemen jaringan (<i>networks</i>)			
a.	Jalan	0,273	0,093	0,335
b.	Air Bersih	0,115	0,263	0,164
c.	Drainase	0,496	0,366	0,382
d.	Air Kotor	0,048	0,166	0,055
e.	Persampahan	0,068	0,111	0,064
	<i>Consistency Ratio (CR)</i>	0,08	0,02	0,04

Keterangan :

 = Sangat penting  = Penting  = Cukup penting

Rekapitulasi hasil pada **Tabel 4** seluruhnya dihasilkan dari penggunaan aplikasi *Expert Choice* 11. Tingkat kepentingan elemen bangunan (*shells*) memiliki perbedaan nilai dari setiap ahli. Berdasarkan penilaian BPBD Kota Batu, variabel paling penting adalah pondasi dengan bobot 0,321 karena pondasi yang tidak menyentuh tanah keras kekuatannya menjadi tidak maksimal dan mudah goyah apabila terjadi pergerakan tanah. Menurut DPKPP Kota Batu, variabel paling penting adalah lokasi bangunan dengan bobot 0,484 karena bangunan yang berada pada kawasan rawan bencana dan tidak sesuai rencana tata guna lahan sangat tidak dianjurkan, sehingga disarankan untuk relokasi ke tempat yang aman (sesuai dengan rencana tata guna lahan setempat). Pendapat dari tokoh masyarakat setempat, variabel paling penting yaitu struktur dinding dari batu bata dengan bobot 0,297. Menurut SNI 03-1733-2004 (BSN 2004), elemen paling penting pada bangunan adalah struktur kolom balok dengan material beton karena berfungsi sebagai pengikat antar unsur bangunan.

Pada elemen jaringan (*networks*), variabel paling penting menurut para ahli adalah drainase sebesar 0,496 (BPBD), 0,366 (DPKPP) dan 0,382 (tokoh masyarakat setempat). Secara umum, drainase dianggap sangat penting karena bisa mencegah terjadinya genangan air hujan di dalam tanah. Bila konsentrasi air di dalam tanah tinggi, maka daya serap tanah menjadi jenuh, sehingga bisa meningkatkan potensi longsor. Hasil penggabungan data dengan uji konsistensi menunjukkan nilai CR (*consistency ratio*) AHP pada elemen bangunan dan jaringan sebesar $<0,1$ atau kurang dari 10 %, sehingga tergolong konsisten dan valid (Saaty 2008).

Setelah hasil analisis data dari masing-masing responden diketahui, maka dilakukan penggabungan data. Setelah perbandingan tingkat kepentingan antar variabel diketahui, maka data dikategorisasikan dan diurutkan prioritasnya berdasarkan bobot yang didapatkan. Hasil penilaian menunjukkan bahwa nilai tertinggi berada pada elemen drainase dengan nilai 0,439, sedangkan elemen dengan nilai terendah elemen atap bangunan sebesar 0,053. Berdasarkan nilai tertinggi dan terendah tersebut, selanjutnya ditentukan interval untuk tiap kategori. Nilai interval dihitung dengan rumus Sturgess yang menghasilkan nilai interval (*i*) sebesar 0,128. Hasil interval ini digunakan untuk menentukan rentang nilai dari tiga kategori (cukup penting, penting dan sangat penting). Rentang nilai yang didapatkan pada masing-masing kategori adalah 0,053-0,181 (cukup penting), 0,181-0,309 (penting) dan 0,309-0,439 (sangat penting).

Setelah data dari masing-masing responden dianalisa, kemudian dilakukan pengombinasian dari data-data tersebut. Hasilnya menunjukkan bahwa variabel utama dan terpenting pada elemen bangunan adalah pondasi (bobot 0,330). Kemudian urutan kedua adalah lokasi bangunan (bobot 0,297), ketiga elemen desain struktur (bobot 0,246) dan urutan terakhir adalah atap (bobot 0,053).

Pada elemen *networks* (jaringan), variabel utama dan terpenting adalah drainase (bobot 0,439). Selanjutnya urutan kedua adalah jaringan jalan (bobot 0,210), urutan ketiga adalah jaringan air bersih (bobot 0,190) dan urutan terakhir adalah jaringan air kotor (bobot 0,078). Hasil pemeringkatan secara lengkap disajikan pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Hasil pemeringkatan variabel untuk permukiman tangguh bencana longsor di Kelurahan Temas, Kota Batu.

No.	Elemen yang diteliti	Bobot	Peringkat	Kategori
1.	Elemen bangunan (<i>shells</i>)			
a.	Pondasi	0,330	1	Sangat penting
b.	Denah/Bentuk Bangunan	0,074	4	Cukup penting
c.	Desain Struktur	0,246	3	Penting
d.	Lokasi	0,297	2	Penting
e.	Atap	0,053	5	Cukup penting
	Inkonsistensi: 0,06			
2.	Elemen jaringan (<i>networks</i>)			
a.	Jalan	0,210	2	Penting
b.	Air Bersih	0,190	3	Penting
c.	Drainase	0,439	1	Sangat Penting
d.	Air Kotor	0,078	5	Cukup Penting
e.	Persampahan	0,084	4	Cukup Penting
	Inkonsistensi: 0,03			

Sintesis terhadap pedoman teknis Departemen PU (2006) dan penelitian terdahulu dijelaskan pada pembahasan berikut.

1) Elemen bangunan (*shells*)

a. Pondasi bangunan.

Berdasarkan Pedoman Teknis Bangunan Tahan Gempa (Departemen PU 2006), variabel pondasi harus ditempatkan di tanah keras, dihindari penempatannya pada sebagian tanah keras dan sebagian tanah lunak, memiliki bentuk simetris dan tidak bertangga atau berundak. Berdasarkan hasil identifikasi, sebagian besar bangunan menggunakan pondasi batu kali dengan kedalaman kurang lebih 30-50 cm dan jenis pondasi dibuat menerus dengan tanah yang diratakan dahulu, sehingga terancam mengalami patahan apabila tidak menyentuh tanah keras karena kekuatan pondasi kurang maksimal dan mudah goyah saat terjadi pergerakan tanah. Adaptasi bangunan pada struktur bawah adalah melalui peninggian *sloof* dan lantai yang dilakukan sebagai bentuk adaptasi fisik dari ancaman bencana (Utami *et al.* 2014). Pondasi termasuk prioritas pertama dengan kategori sangat penting (0,330).

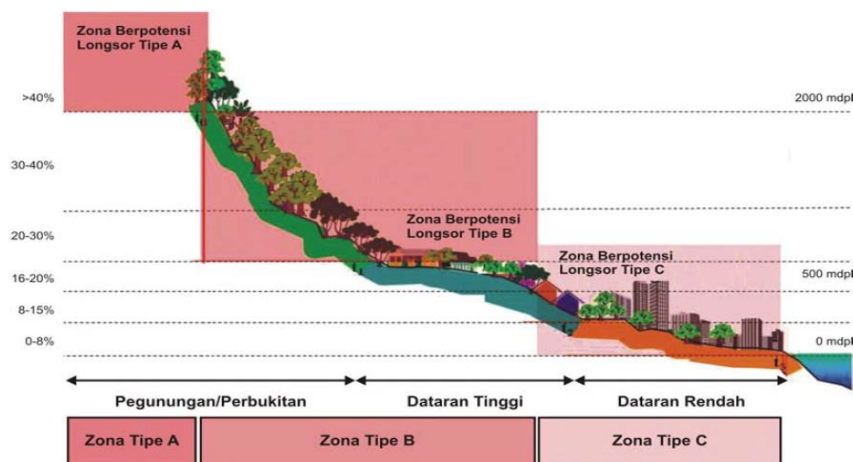
b. Denah/bentuk bangunan

Berdasarkan Pedoman Teknis Bangunan Tahan Gempa (Departemen PU 2006), bentuk dan ukuran bangunan sebaiknya sederhana. Apabila bangunan

terlalu panjang, maka perlu dilakukan diletasi. Berdasarkan hasil identifikasi, bentuk bangunan pada umumnya sederhana, berbentuk persegi atau persegi panjang, sehingga tidak dibutuhkan diletasi. Oleh karenanya, denah bangunan termasuk prioritas keempat dengan kategori cukup penting (0,074).

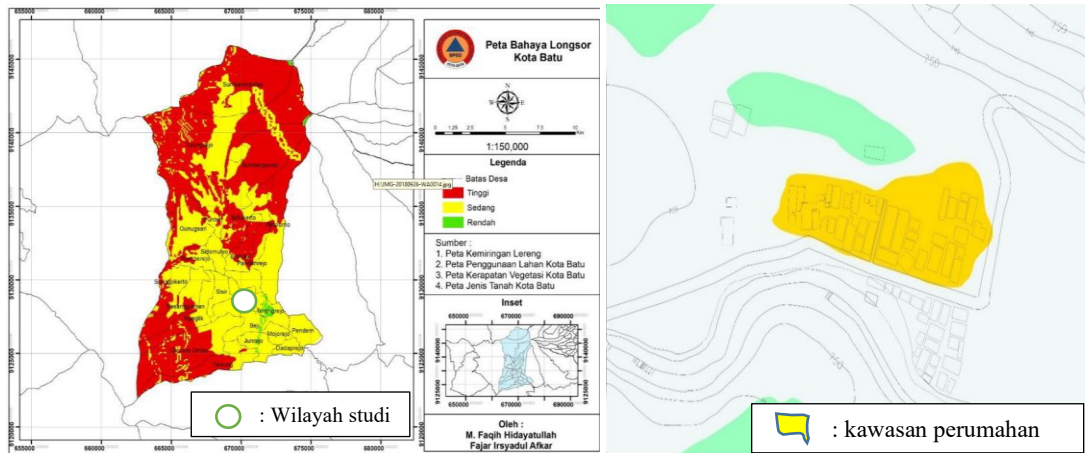
c. Lokasi bangunan

Berdasarkan pedoman PerMenPU Nomor 22 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang Kawasan Rawan Bencana Longsor, zona berpotensi longsor memiliki tiga tipe yaitu tipologi A (kemiringan $>40\%$), tipologi B (kemiringan antara $20-40\%$) dan tipologi C (kemiringan antara $0-20\%$) (Suhandoko 2012) seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2**. Parameter rawan bencana longsor menurut Hidayah *et al.* (2017) adalah elevasi, kemiringan lereng, aspek lereng, geologi, tekstur tanah, kelurusan, jarak dari jalan, jarak dari sungai, curah hujan dan penutupan lahan. Lokasi bangunan harus berdiri di atas tanah stabil dan memiliki kontur yang tidak curam. Bangunan yang didirikan harus sesuai peruntukannya sebagai area permukiman mengacu pada Rencana Tata Guna Lahan Kota Batu.



Gambar 2. Tipologi zona rawan longsor.
(PerMenPU Nomor 22 Tahun 2007)

Berdasarkan hasil identifikasi, bangunan-bangunan di Kelurahan Temas berada di topografi dengan kemiringan antara $25-40\%$ (kategori zona B dengan tingkat kerawanan sedang) dan termasuk kawasan rawan bencana longsor tingkat sedang berdasarkan RTRW Kota Batu Tahun 2010-2030 (**Gambar 3**). Pada area kategori B dengan tingkat kerawanan sedang tidak layak untuk dibangun sebuah pusat hunian atau permukiman. Oleh karenanya, variabel lokasi bangunan termasuk prioritas kedua dengan kategori penting (0,297).



Gambar 3. Peta bahaya longsor dan tata guna lahan.
(BPBD Kota Batu 2018)

d. Desain struktur bangunan.

Berdasarkan Pedoman Teknis Bangunan Tahan Gempa (Departemen PU 2006), desain struktur dianjurkan menggunakan jenis struktur *rigid frame* (rangka kaku) dengan daktilitas yang baik (material maupun strukturnya), sehingga memiliki daya tahan terhadap kerusakan. Berdasarkan hasil identifikasi, sebagian besar bangunan menggunakan dinding batu bata dengan kolom beton sebagai struktur utama. Material dinding sebagian menggunakan bata ringan dan anyaman bambu. Oleh karenanya, variabel desain struktur bangunan termasuk prioritas ketiga dengan kategori penting (0,246).

e. Atap bangunan

Berdasarkan Pedoman Teknis Bangunan Tahan Gempa (Departemen PU 2006), struktur atap kuda-kuda minimal terbuat dari material kayu berkualitas baik, tua, kering, tidak bercacat pecah dan tidak terdapat kayu mudanya (*spint*). Berdasarkan hasil identifikasi, sebagian besar struktur atap kuda-kuda terbuat dari material kayu dan untuk penutup atap genteng terbuat dari tanah liat. Beberapa bangunan ditemukan memiliki kuda-kuda kayu yang telah nampak rapuh karena usia. Oleh karenanya, variabel atap termasuk elemen prioritas kelima dengan kategori cukup penting (0,053).

2) Elemen jaringan (*networks*)

a. Jalan

Kondisi faktual jalan sebagai jalan lokal memiliki dimensi perkerasan 5 m dan bahu jalan 1,50 m, tidak tersedia pedestrian dan tidak tersedia trotoar. Lebar perkerasan jalan ini maksimal hanya dapat dilalui oleh satu kendaraan minibus. Akses tidak terhubung menuju jalan kota, sehingga akses kendaraan terbatas khususnya untuk evakuasi bila terjadi bencana longsor. Hal tersebut belum

sesuai dengan dimensi menurut SNI 03-1733-2004 tentang Tata Cara Perencanaan Lingkungan Perumahan di Perkotaan (BSN 2004). Cakupan pelayanan minimal menghubungkan permukiman dengan jalan lokal sekunder I dan terhubung dengan jalan lingkungan I atau menghubungkan antar rumah dalam permukiman. Oleh karenanya, variabel jalan termasuk elemen jaringan prioritas kedua dengan kategori penting (0,210).

b. Air bersih

Sumber air bersih berasal dari mata air setempat dengan distribusi melalui Sistem Penyediaan Air Minum Bukan Jaringan Perpipaan (SPAM BJP) atau swadaya masyarakat untuk satu Rukun Warga (RW). Sistem ini menggunakan tandon air untuk penampungan sementara di lingkungan RW, kemudian dialirkan dengan pemipaan sederhana yang dipasang di atas tanah menggunakan PVC tanpa perlindungan GIP atau *fiber glass*. Sumber air bersih bisa memenuhi kebutuhan masyarakat dengan standar minimal 60 liter/orang/hari. Oleh karenanya, variabel air bersih termasuk elemen jaringan prioritas ketiga dengan kategori penting (0,190).

c. Drainase

Drainase dari rumah-rumah dialirkan ke selokan terbuka di tepi jalan dengan lebar 30 cm dan kedalaman 30 cm. Drainase ini menjadi penting karena berfungsi untuk mengalirkan air hujan menuju penerima air (sungai). Oleh karenanya, variabel drainase termasuk elemen jaringan prioritas pertama dengan kategori sangat penting (0,439).

d. Air kotor

Jenis sistem pengelolaan dapat berupa sistem terpusat atau sistem pengelolaan setempat. Berdasarkan hasil identifikasi, air kotor dan air sisa dialirkan menuju selokan, sedangkan limbah kotoran ditampung menuju *septic-tank* terpusat yang telah ada di permukiman. Oleh karenanya, variabel air kotor termasuk elemen jaringan prioritas kelima dengan kategori cukup penting (0,078).

e. Persampahan

Pemilahan sampah dilakukan dengan menggunakan bak sampah atau kontainer sampah. Berdasarkan hasil identifikasi, tidak ditemukan pemilahan di masing-masing rumah. Sampah dari rumah ditampung di tong sampah pribadi, kemudian diangkut dengan gerobak sampah yang dilakukan setiap dua hari sekali menuju tempat penampungan sampah terpadu (TPST) Kelurahan Temas dan selanjutnya diangkut ke TPA Tlekung, Kecamatan Junrejo, Kota Batu untuk diproses lebih lanjut. Oleh karenanya, variabel pengelolaan persampahan permukiman dinilai cukup penting (bobot 0,084), sehingga menjadi prioritas keempat.

Secara holistik, perilaku membangun rumah oleh "*man*" (manusia-masyarakat) berperan besar dalam menentukan tinggi-rendahnya ancaman bencana. Sementara lokasi yang sudah "*given*" memiliki topografi variatif antara 25-40%. Bangunan dan jaringan sebagai implementasi adaptasi "*man*" seyogyanya mempertimbangkan tingkat kerentanan fisik alam (*nature*), selain mengikuti pula penetapan tata guna lahan di kawasan tersebut. Hal ini sebagai upaya untuk mengurangi tingkat risiko longsor dari kategori sedang menjadi kategori rendah, khususnya untuk Kelurahan Temas. Namun, hal ini sangat bergantung pada kapasitas masyarakat dan pemerintah daerah dalam mewujudkan permukiman yang tangguh bencana.

4. KESIMPULAN

Urutan prioritas permukiman tangguh bencana longsor dengan menggunakan AHP, khusus Kelurahan Temas, Kota Batu adalah:

- a. Urutan prioritas penanganan elemen bangunan yaitu : 1) Pondasi bangunan (Sangat penting); 2) Lokasi bangunan (Penting); 3) Desain struktur bangunan (Penting); 4) Denah/bentuk bangunan (Cukup penting); 5) Atap bangunan (Cukup penting).
- b. Urutan prioritas penanganan elemen jaringan, yaitu :1) Drainase (Sangat penting); 2) Jalan (Penting); 3) Air bersih (Penting); 4) Persampahan (Cukup penting); 5) Air kotor (Cukup penting).

Hasil pemeringkatan ini dapat digunakan sebagai bahan perencanaan untuk penentuan prioritas permukiman menuju tangguh bencana longsor. Hasil urutan dari metode AHP ini masih selaras dengan Pedoman Teknis Bangunan Tahan Gempa.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Badan Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat - Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, BPBD Kota Batu, warga dan tokoh masyarakat Kampung Temas, serta para ahli yang terlibat aktif dalam penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [BPBD] Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Batu. 2018. Rencana strategis BPBD Kota Batu 2017-2022. BPBD Kota Batu. Batu.
- [BPS] Badan Pusat Statistik Kota Batu. 2020. Kota Batu dalam angka 2020. BPS Kota Batu. Batu.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2004. SNI 03-1733-2004: tata cara perencanaan lingkungan perumahan di perkotaan. BSN. Jakarta

- [Departemen PU] Departemen Pekerjaan Umum. 2006. Pedoman teknis bangunan tahan gempa. Direktorat Jenderal Cipta Karya, Departemen PU. Jakarta.
- Doxiadis CA. 1968. EKISTICS: an introduction to the science of human settlements. Hutchinson of London. London.
- Lee YJ, Burton H and Lallemand D. 2018. Adaptive decision framework for civil infrastructure expose to evolving risks [Proceeding]. *Procedia Engineering* 212(2018):435-442.
- Lessard G. 1998. An adaptive approach to planning and decision-making. *Landscape and Urban Planning* 40(1-3):81-87.
- Hidayah A, Paharuddin dan Massinai MA. 2017. Analisis rawan bencana longsor menggunakan metode AHP (analytical hierarchy process) di Kabupaten Toraja Utara. *Jurnal Geoelebes* 1(1):1-4.
- Hidayati Z dan Noviana M. 2016. Penanganan preventif terhadap ancaman tanah longsor di permukiman Bukit Selili-Samarinda. *Tesa Arsitektur* 14(2):73-86.
- Jaswadi, Rijanta R dan Hadi MP. 2012. Tingkat kerentanan dan kapasitas masyarakat dalam menghadapi risiko banjir di Kecamatan Pasarkliwon Kota Pasuruan. *Majalah Geografi Indonesia* 26(2):119-148.
- Komac M. 2006. A landslide susceptibility model using the analytical hierarchy process method and multivariate statistics in perialpine Slovenia. *Geomorphology* 74(1-4):17-28.
- Orencio PM and Fujii M. 2013. A localized disaster-resilience index to assess coastal communities based on an analytical hierarchy process (AHP). *International Journal of Disaster Risk Reduction* 3:62-75.
- Oswaldo DP and Pangemanan SS. 2016. Analytical hierarchy process (AHP) approach on consumer preference in selecting restaurant (study: Cabal Dining, JW Restaurant and Jungle Beer. *Jurnal EMBA* 4(2):568-577.
- PerDa (Peraturan Daerah) Kota Batu Nomor 7 Tahun 2011 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Batu Tahun 2010-2030.
- PerMenPU (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum) Nomor 22 Tahun 2007 tentang penataan ruang kawasan rawan bencana longsor.
- Rema YMM, Setijawan A dan Widodo WHS. 2018. Zonasi kawasan berdasarkan tingkat risiko bencana tanah longsor di Kota Batu [Skripsi]. Institut Teknologi Nasional Malang. Malang.
- Saaty TL. 2008. The analytic Hierarchy process: planning, priority setting, resource allocation, advanced book program. McGraw-Hill. Pittsburgh.
- Saaty TL and Vargas LG. 2012. Models, methods, concepts & applications of the analytic hierarchy process. Springer US. New York.

- Sudamara Y, Sompie BF dan Mandagi RJM. 2012. Optimalisasi penanggulangan bencana banjir di Kota Manado dengan metode AHP (analytical hierarchy process). *Jurnal Ilmiah Media Engineering* 2(4):232-237.
- Suhandoko SHE. 2012. Kajian penataan ruang kawasan rawan bencana longsor Kecamatan Somagede Kabupaten Banyumas [Tesis]. Magister Teknik Pengelolaan Bencana Alam, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Utami DANA dan Asna IM. 2019. Perencanaan lanskap permukiman berbasis mitigasi bencana longsor di Kecamatan Kintamani Kabupaten Bangli. *Jurnal Ilmiah TELSINAS* 2(2):15-23.
- Utami SA, Soemarno, Surjono and Bisri M. 2014. Disaster risk and adaptation of settlement along the River Brantas in the context of sustainable development, Malang, Indonesia [Proceeding]. *Procedia Environmental Sciences* 20(2014):602-611.

Peranan kearifan lokal *papadak* dalam pengelolaan pesisir dan laut di Desa Nggodimeda dan Desa Siomeda, Kecamatan Rote Tengah

N. C. Ketti*

Abstrak.

Pemanfaatan sumber daya pesisir dan laut oleh masyarakat Desa Nggodimeda dan Desa Siomeda harus berpatokan pada aturan yang disepakati bersama dalam kearifan lokal *papadak*. Aturan adat melarang dan membatasi masyarakat dalam mengeksploitasi sumber daya pesisir dan laut secara tidak ramah lingkungan. Penelitian bertujuan untuk menjelaskan penerapan, struktur kelembagaan, partisipasi masyarakat, serta efektivitas kearifan lokal *papadak* dalam pengelolaan pesisir dan laut di Desa Nggodimeda dan Siomeda. Analisis data dilakukan dengan analisis deskriptif kualitatif. Penelitian dilakukan pada bulan Mei hingga Juni 2018. Hasil penelitian menjelaskan bahwa kearifan lokal *papadak* merupakan lembaga sosial yang dibentuk untuk mengontrol aktivitas masyarakat merusak lingkungan dan perlindungan terhadap biota laut. Keberadaan *papadak* di Desa Nggodimeda dan Desa Siomeda memiliki struktur yang jelas. Partisipasi masyarakat memberikan kemudahan dalam menegakkan aturan adat yang telah ditetapkan terhadap pengelolaan pesisir dan laut. Adanya aturan adat *papadak* mendorong masyarakat untuk merubah kebiasaan yang dulunya merusak menjadi aktivitas yang ramah lingkungan, sehingga potensi sumber daya pesisir dan laut di Desa Nggodimeda dan Siomeda, Kecamatan Rote Tengah tetap terjaga kelestariannya.

Kata kunci: kearifan lokal, *papadak*, pengelolaan, pesisir dan laut

Abstract.

Nggodimeda and Siomeda Villages utilize coastal and marine resources must be based on rules agreed upon in papadak local wisdom. Customary regulations prohibit and restrict communities from exploiting coastal and marine resources in an environmentally unfriendly manner. The research objective was to explain the application, institutional structure, community participation, the effectiveness of the role of papadak local wisdom in coastal and marine management in the Nggodimeda and Siomeda Villages. Data analysis was carried out by qualitative descriptive analysis. The research was conducted from May to June 2018. The results of the study explained that papadak local wisdom is a social institution established to control community activities that damage the environment and protect marine life. The existence of papadak in Nggodimeda and Siomeda Villages has a clear structure. Community participation makes it easy to enforce established customary rules for coastal and marine management. The existence of papadak customary rules encourages the community to change their habits of activities that were previously destructive to environmentally friendly activities, so that the potential of coastal and marine natural resources in Nggodimeda and Siomeda Villages, Rote Tengah Sub-district are preserved.

Keywords: local wisdom, *papadak*, management, coastal and marine

1. PENDAHULUAN

Rote merupakan sebuah pulau yang terletak di bagian selatan Indonesia dan berada di sebelah barat daya Timor-Leste dengan luas wilayah 1.200 km². Menurut Gyanto (1958) dalam Ingguae (2015), secara geografis pulau Rote terletak di antara 10°27'00"-10°56'00"LS dan 122°47'00"-123°26'00"BT. Pada tahun 2002, pulau Rote dan pulau-pulau di sekitarnya membentuk sebuah kabupaten yaitu Kabupaten Rote Ndao. Kabupaten Rote Ndao merupakan daerah kepulauan yang memiliki 96 pulau dengan total luas wilayah 1.280,1 km². Secara geografis terletak di antara 10°25'00"-11°15'00"LS dan 121°49'00"-123°26'00"BT. Sebanyak tujuh pulau sudah dihuni oleh masyarakat, sedangkan sisanya sebanyak 89 pulau masih belum berpenghuni. Sebagian besar wilayah

* Korespondensi Penulis
Email : malole.nk@gmail.com

kabupaten ini merupakan batuan kapur dan berbukit, hanya sedikit yang berupa dataran rendah (BPS Kabupaten Rote Ndao 2016). Kabupaten Rote Ndao memiliki panjang garis pantai 330 km dan luas lautan 2.376 km² yang tersebar di semua kecamatan. Kondisi ini membuat Kabupaten Rote Ndao memiliki potensi sumber daya kelautan hayati maupun non hayati yang menjanjikan, terutama untuk mendukung perekonomian masyarakat nelayan.

Sumber daya pesisir dan laut merupakan sumber daya milik bersama yang pemanfaatannya terbuka bagi siapa saja. Sumber daya pesisir dan laut sering kali dieksploitasi secara berlebihan tanpa memikirkan pelestarian dan keseimbangannya. Informasi dari tokoh masyarakat di Kabupaten Rote Ndao, masyarakat pesisir di wilayah ini sering kali melakukan aktivitas yang berdampak negatif bagi kelestarian sumber daya pesisir dan laut seperti melakukan penebangan hutan bakau (*mangrove*), kegiatan perikanan yang destruktif (bom, potas, alat tangkap yang merusak dan bahan beracun lainnya seperti akar tuba), pemburuan jenis fauna yang dilindungi (penyu, lumba-lumba dan dugong), konflik lahan pesisir, aktivitas pariwisata, serta pengambilan pasir dan batu. Aktivitas-aktivitas tersebut menyebabkan terjadinya degradasi sumber daya alam pesisir dan laut, serta menurunnya daya dukung lingkungan. Oleh sebab itu, upaya mengganggu kelestarian fungsi wilayah pesisir dan laut perlu diminimalisir, agar potensinya dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan.

Pemanfaatan yang tidak ramah lingkungan diakibatkan oleh kurangnya supremasi hukum, termasuk hukum adat. Nilai-nilai kearifan lokal yang sebelumnya berlaku untuk mengatur pranata kehidupan dan menuntun manusia berpikir, berperilaku baik dan bertanggungjawab kini semakin menurun dan bahkan hilang. Hukum adat (tradisi masyarakat) di beberapa daerah di Indonesia masih bertahan seperti: Sasi di Papua dan Maluku, Awig-awik di Nusa Tenggara Barat, Kelong di Batam, Panglima Laot di Aceh dan Mane'e di Kabupaten Kepulauan Talaut. Hukum adat (tradisi lokal) cukup efektif dalam menjaga sumber daya pesisir dan laut dari aktivitas yang bersifat destruktif (Asagabaldan 2017). Walaupun terdapat tekanan dari sistem pengelolaan yang modern, beberapa sistem tradisional masih bertahan dan terus dipraktikkan hingga saat ini. Hal ini karena adanya pengakuan atas eksistensi hukum adat yang menunjang pengelolaan sumber daya alam secara berkelanjutan seperti tertuang dalam UU Nomor 31 tahun 2004 tentang perikanan sebagai pengganti UU Nomor 9 tahun 1985 dalam pasal 6 ayat (2) berbunyi:

"Pengelolaan perikanan untuk kepentingan penangkapan ikan dan pembudidayaan harus mempertimbangkan hukum adat dan/atau kearifan lokal serta memperhatikan peran-serta masyarakat".

Mengacu pada undang-undang tersebut, pada 7 September 2016 Pemerintah Daerah Kabupaten Rote Ndao mendeklarasikan kearifan lokal

hoholok dan *papadak* yang secara harfiah memiliki arti sama yaitu larangan. Kata *papadak* digunakan oleh masyarakat di daerah Rote Tengah hingga ke wilayah timur (Pantai Baru, Rote Timur dan Landu Leko), sedangkan kata *hoholok* digunakan oleh masyarakat di daerah Kecamatan Lobalain hingga ke wilayah barat (Rote Selatan, Rote Barat Laut, Rote Barat dan Rote Barat Daya). Aturan *hoholok* dan *papadak* lahir dari masyarakat, lalu bermitra dengan pemerintah dalam penyelesaian persoalan di pesisir dan laut. Penyelesaian permasalahan pesisir dan laut tidak selalu dengan hukum formal, namun mempertimbangkan pula hukum adat yang berlaku.

Hoholok dan *papadak* adalah kearifan lokal yang konsep pengelolaannya diadopsi dari pengelolaan sumber daya alam darat di Rote. Aturan adat ini diwariskan oleh leluhur dalam wilayah bekas kerajaan (Nusak) di Rote. *Hoholok* dan *papadak* yang diterapkan di wilayah darat bertujuan mencegah konflik antara petani dan peternak, mengatasi pencurian hasil perkebunan dan persawahan, mencegah rusaknya sumber air, mengelola hasil pertanian, membedakan mana yang boleh dan tidak, serta membangun etika dan nilai-nilai kebersamaan, sehingga dapat terjalin hubungan harmonis antar pengguna sumber daya alam dalam suatu kawasan. Kearifan lokal *hoholok* dan *papadak* diterapkan dalam pengembangan Taman Nasional Perairan Laut Sawu sebagai upaya pengelolaan sumber daya pesisir dan laut berkelanjutan.

Kecamatan Rote Tengah adalah salah satu kecamatan yang telah menerapkan kearifan lokal dalam rangka pengelolaan pesisir dan laut. Kearifan lokal ini dikenal dengan istilah *papadak*. Sampai saat ini baru dua desa di Kecamatan Rote Tengah yang sudah menerapkan *papadak* sebagai aturan adat dalam melakukan pengelolaan pesisir dan laut. Kedua desa tersebut adalah Desa Nggodimeda dan Desa Siomeda. Pemanfaatan sumber daya pesisir dan laut harus berpatokan pada aturan yang telah disepakati bersama dalam kearifan lokal *papadak*. Aktivitas masyarakat yang tidak ramah lingkungan dan merusak sumber daya pesisir dan laut dilarang dan dibatasi dalam aturan adat.

Penelitian ini berusaha mengkaji tentang peranan *papadak* dalam pengelolaan pesisir dan laut di Desa Nggodimeda dan Desa Siomeda. Penelitian bertujuan mengetahui dan menjelaskan cara penerapan *papadak*, struktur kelembagaan *papadak* partisipasi masyarakat dalam mendukung pelaksanaan *papadak* dan efektivitas peran *papadak* dalam pengelolaan pesisir dan laut.

2. METODOLOGI

2.1. Lokasi kajian dan waktu penelitian

Penelitian dilakukan di Desa Nggodimeda dan Desa Siomeda, Kecamatan Rote Tengah, Kabupaten Rote Ndao pada bulan Mei hingga Juni 2018. Dua desa ini dijadikan lokasi penelitian karena berada di wilayah pesisir dan telah

menerapkan pengelolaan wilayah pesisir dan laut berbasis pada kearifan lokal (*papadak*).

2.2. Prosedur penelitian

Data diperoleh dengan metode observasi, dokumentasi dan wawancara. Observasi berupa pengamatan terhadap aktivitas masyarakat pesisir. Peneliti bertindak seolah-olah sebagai *manaholo* untuk melihat lebih dekat aktivitas masyarakat yang kemudian mendokumentasikan hasil pengamatan dalam bentuk catatan harian dan foto. Metode wawancara yang dilakukan adalah wawancara tidak berstruktur yakni antara peneliti dan responden melakukan wawancara secara bebas. Peneliti tidak menggunakan pedoman wawancara yang tersusun secara lengkap dan sistematis (Sugiyono 2016).

Teknik penentuan informan atau responden menggunakan konsep Bogdan dan Biglen (1982) dalam Sugiyono (2016). Prinsip dari teknik ini menghendaki seseorang yang menurut pertimbangan peneliti akan memberikan data yang diperlukan. Dengan demikian, responden yang dipilih adalah yang memahami kearifan lokal *papadak*. Penentuan responden dilakukan dengan teknik *snowball* yaitu berdasarkan informasi dari responden sebelumnya hingga tidak ditemukan lagi informasi baru dari subjek penelitian. Responden dalam penelitian ini berjumlah 9 responden dan yang menjadi informan kunci adalah Ketua Forum Adat Kabupaten Rote Ndao dan *manaholo* di dua desa penelitian.

Data yang terkumpul dianalisis secara deskriptif kualitatif, yakni penyusun mendapat dan menganalisis permasalahan sesuai dengan kondisi objek yang ditentukan. Tahapan dalam analisis data meliputi reduksi data, penyajian data, serta verifikasi dan penarikan kesimpulan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Desa Nggodimeda dan Siomeda merupakan dua desa di Kecamatan Rote Tengah yang berbatasan langsung dengan laut di bagian utara, Kecamatan Pantai Baru di bagian timur, Desa Limakoli dan Seubela di bagian selatan, serta Kelurahan Onatali di bagian barat. Kedua desa ini terletak di wilayah pesisir, namun penduduk pada umumnya bermata pencaharian sebagai petani. Profesi menjadi nelayan hanya sebagai mata pencaharian sampingan masyarakat di daerah ini. Keterbatasan sumber daya manusia di wilayah ini mempengaruhi pola eksploitasi sumber daya pesisir dan laut yang berlebihan, sehingga mengakibatkan degradasi lingkungan. Masyarakat menyadari hal ini dan mulai menerapkan kearifan lokal *papadak*. Hal ini dilakukan untuk menjaga dan melindungi potensi sumber daya pesisir dan laut dari aktivitas masyarakat yang tidak ramah lingkungan. Kearifan lokal adalah bagian dari etika dan moralitas yang menuntun manusia tentang bagaimana harus berperilaku atau bertindak

dalam pengelolaan lingkungan dan sumber daya alam (Keraf 2002 dalam Stanis *et al.* 2007). Menurut Uphoff (2000), aturan dan peranan akan mendukung fungsi dasar tindakan kolektif seperti mobilisasi dan pengelolaan sumber daya, komunikasi dan koordinasi, pembuatan keputusan dan resolusi konflik.

3.1. Penerapan kearifan lokal *papadak* dalam pengelolaan pesisir dan laut

3.1.1. Proses penyusunan aturan *papadak*

Penyusunan aturan adat *papadak* di Desa Nggodimeda dan Desa Siomeda dilakukan melalui beberapa tahapan (**Gambar 1**).



Gambar 1. Tahapan penyusunan aturan *papadak*.

a) Survei lokasi

Survei lokasi dilakukan untuk mengamati potensi sumber daya alam pesisir dan laut yang perlu dilindungi. Survei lokasi melibatkan berbagai pihak baik pemerintah, forum adat maupun masyarakat.

b) Membentuk zonasi

Zonasi dibentuk untuk menentukan lokasi yang dilindungi atau daerah larangan. Penentuan zona larangan melibatkan masyarakat, khususnya nelayan. Berdasarkan penuturan Ketua Forum Adat dan koordinator *manaholo*, pihak yang mengetahui habitat sumber daya pesisir dan laut, khususnya ikan yang dilindungi adalah masyarakat nelayan. Zonasi dilakukan dengan membentuk kaveling zona untuk menandai lokasi yang dilindungi (daerah larangan). Zona yang sudah dikaveling tersebut ditandai dengan pelampung di laut dan pilar yang terdapat di daratan. Penetapan zona ini dilakukan dengan acara adat.

c) *Focus Group Discussion* (FGD)

Kegiatan FGD dilakukan untuk membahas aturan adat yang akan diberlakukan dalam *papadak*. Semua pihak turut hadir dalam pertemuan ini yakni pemerintah, lembaga pendidikan, forum adat dan masyarakat. Hal-hal pokok yang didiskusikan dalam pertemuan ini mengenai potensi pesisir dan laut yang perlu dilindungi dan sanksi bagi setiap pelanggaran.

d) Pembentukan tim penyusun

Pembentukan tim penyusun dimaksudkan untuk menyusun aturan secara utuh dan teratur berdasarkan hasil diskusi pada tahap FGD. Tim penyusun dibentuk berdasarkan hasil kesepakatan bersama. Anggota tim harus paham mengenai aturan adat di Kabupaten Rote Ndao. Tim penyusun *papadak* di Desa Nggodimeda dan Siomeda berjumlah lima orang yang terdiri dari seorang koordinator, seorang ketua dan tiga orang anggota.

e) Finalisasi

Finalisasi adalah pertemuan yang dilakukan untuk menandatangani aturan adat yang telah disusun oleh tim penyusun. Proses penandatanganan ini melibatkan berbagai pihak baik pemerintah, forum adat maupun masyarakat.

f) Sosialisasi

Walaupun sudah disahkan, aturan adat tetap perlu disosialisasikan untuk diketahui secara umum. Sosialisasi dilakukan oleh pemegang aturan adat tertinggi yaitu forum adat. Sosialisasi dilakukan selama dua bulan melalui gereja, mesjid, papan media dan kegiatan penting masyarakat seperti acara duka dan pesta adat.

3.1.2. Penerapan aturan *papadak* dalam pengelolaan pesisir dan laut

3.1.2.1. Pengelolaan pesisir

Pesisir yang menjadi wilayah *papadak* adalah 50 meter dari pasang laut ke darat. Beberapa penerapan *papadak* dalam pengelolaan pesisir adalah mengatur mengenai penambangan pasir, serta pelestarian tanaman pesisir dan penyu.

- Pasir

Pasir merupakan sumber daya pesisir yang dapat digunakan dalam pembangunan. Pengambilan yang berlebihan dapat mengakibatkan abrasi pantai. Oleh karena itu, pemanfaatan pasir dibatasi dalam penerapan *papadak* di Desa Nggodimeda dan Siomeda. Pembatasan berupa larangan melakukan penambangan dan alat yang digunakan. Penambangan boleh dilakukan apabila memiliki izin dari Dinas Pertambangan Provinsi Nusa Tenggara Timur dan melakukan penambangan secara manual (dengan tangan manusia). Jika menggunakan alat berat, maka wajib melaporkan atau menyerahkan izin yang diperoleh dari Dinas Pertambangan Provinsi kepada pihak yang telah dicantumkan dalam aturan kearifan lokal *papadak* pasal 1 ayat 1 poin f.

- Tanaman pesisir (*mangrove*, santigi dan pepohonan lainnya)

Hutan mangrove adalah ekosistem penting di wilayah pesisir dan laut. *Mangrove* memiliki peran seperti menyediakan nutrisi bagi biota perairan, tempat pemijahan dan asuhan bagi berbagai macam biota, wisata alam, penyerap limbah, pencegah intrusi air laut, serta penahan abrasi, angin topan dan tsunami. Merujuk pada Saenger *et al.* (1983) dalam Fakhurrazi *et al.* (2013), hutan *mangrove* juga memiliki fungsi ekonomis karena telah teridentifikasi lebih dari 70 macam fungsi *mangrove* bagi kepentingan manusia, baik sebagai produk langsung maupun tidak langsung.

Ancaman yang harus menjadi perhatian adalah kebiasaan masyarakat yang sering menebang pohon yang terdapat di pantai, sehingga saat ini kondisinya sangat kurang. Namun, upaya penanaman kembali *mangrove* di pesisir belum bisa terlaksana yang disebabkan oleh pandangan masyarakat. Penuturan Sekretaris Desa Siameda yang sekaligus merupakan seorang anggota *manaholo* mengenai pandangan masyarakat tersebut adalah:

“Saya sering mendengar masyarakat disini mengatakan bahwa tanaman mangrove dapat mengundang adanya buaya, sehingga masyarakat tidak mengizinkan untuk dilakukan penanaman kembali mangrove di pesisir”(EP)

Oleh karena itu, upaya mengembalikan tanaman *mangrove* di lokasi *papadak* belum bisa terlaksana, sehingga hanya bisa melindungi yang masih ada dan dimuat dalam aturan adat.

- Penyu

Penyu merupakan hewan laut yang dilindungi dari kepunahan oleh pemerintah. Penyu sering bertelur di wilayah ini, namun masyarakat sering mengambil telurnya. Adanya *papadak*, melindungi penyu dari kepunahan dengan melarang kebiasaan masyarakat tersebut dan bahkan dengan membentuk kelompok masyarakat penggerak konservasi (KOMPAK) penyu yang dikenal dengan “camar laut” di Desa Siameda, Kecamatan Rote Tengah. Upaya penangkaran penyu di tempat ini telah membuahkan hasil yang sangat baik. Berdasarkan keterangan yang dihimpun dari KOMPAK penyu “camar laut”, terdapat 2.834 ekor penyu yang terdiri dari 6 ekor dewasa dan 2.828 ekor tukik yang telah berhasil dilepaskan ke laut.

3.1.2.2. Pengelolaan laut

Pengelolaan laut yang dimaksudkan adalah pengelolaan perairan Laut Sawu. Pengelolaan perairan Laut Sawu dalam *papadak* adalah 5 mil laut dari pesisir pantai Termanu ke perairan Laut Sawu. Larangan yang diatur dalam *papadak* lebih menekankan pada aktivitas masyarakat dalam mengambil dan merusak sumber daya laut tertentu yang harus dilindungi.

- Lamun, teripang, akar bahar, kerang dan batu laut

Lamun dan batu laut dipahami oleh masyarakat sebagai rumah ikan. Pengambilan teripang, akar bahar dan kerang dapat merusak rumah ikan, sehingga perlu dilindungi agar pemanfaatannya terkontrol dan tidak berlebihan.

- Lobster dan ikan

Aturan *papadak* tidak melarang pemanfaatan atau pengambilan lobster dan ikan, namun caranya harus ramah lingkungan. Cara pengambilan yang dilarang berkaitan dengan penggunaan bahan peledak, pukot harimau, akar tuba, racun, potasium dan hal yang sejenisnya.

- Buaya, paus, lumba-lumba, dugong (duyung), hiu dan pari

Larangan penangkapan terhadap hewan laut tersebut karena merupakan hewan-hewan yang dilindungi dari kepunahan oleh pemerintah.

Menurut Sumarmi dan Amirudin (2014), kerusakan lingkungan hidup yang terjadi saat ini disebabkan oleh perilaku manusia yang kurang bertanggung jawab dan memiliki etika lingkungan yang rendah, sehingga pengembangan pengelolaan pesisir dan laut tidak boleh mengabaikan kearifan lokal. Penerapan *papadak* sejalan dengan konsep pengelolaan pesisir terpadu. Pengelolaan pesisir dan laut perlu memperhatikan masyarakat melalui pelibatan dan pembuatan kelompok masyarakat, sehingga dapat secara aktif mendukung, menggunakan dan memberi masukan untuk pengelolaan pesisir dan laut (Dahuri 2001).

3.2. Struktur kelembagaan kearifan lokal *papadak* dalam pengelolaan pesisir dan laut

Papadak dalam pengelolaan pesisir dan laut merupakan sebuah lembaga adat yang merupakan mitra pemerintah dalam mengelola dan mengawasi sumber daya pesisir dan laut. Sebagai sebuah lembaga, *papadak* memiliki susunan kelembagaan yang sederhana maupun kompleks. Struktur kelembagaan *papadak* di Desa Nggodimeda dan Siomeda terdiri dari tiga komponen yakni komunitas forum adat, *manaholo* dan masyarakat.

1) Komunitas forum adat

Komunitas forum adat adalah suatu komunitas yang mengatur dan mengurus adat istiadat. Komunitas forum adat merupakan suatu lembaga yang berperan sebagai koordinator dalam setiap kegiatan, baik *papadak* maupun *hoholok*. Komunitas forum adat merupakan pemegang aturan adat tertinggi *papadak* maupun *hoholok* dalam pengelolaan pesisir dan laut. Komunitas forum adat terdiri dari komunitas forum adat di kabupaten dan di kecamatan.

2) *Manaholo*/penjaga/pengawas

Manaholo merupakan sebuah jabatan dalam kearifan lokal *papadak* yang bertugas sebagai pengawas atau penjaga. Pengawasan *manaholo* tidak terlepas

dari aturan yang ditetapkan dalam *papadak*. *Manaholo* juga bisa disebut sebagai penegak hukum adat *papadak*. Penetapan seseorang sebagai *manaholo* (baik ketua, sekretaris, bendahara maupun anggota) dilaksanakan melalui pemilihan. Seseorang yang terpilih sebagai *manaholo* akan dikukuhkan secara adat sebelum bertugas. Jabatan *manaholo* (penegak hukum dalam bidang kelautan, kehutanan dan tanaman) adalah jabatan sosial yang tidak memiliki gaji, sehingga terkadang anggota *manaholo* tidak bekerja secara optimal. Namun, karena sudah dipercayai menduduki posisi penting sebagai pelindung sumber daya alam di wilayah *papadak*, tugasnya tersebut dilakukan secara sukarela dan senang hati.

3) Masyarakat

Masyarakat adalah penduduk yang mendiami dan merasakan manfaat dari pengelolaan berbasis kearifan lokal *papadak* di Desa Nggodimeda dan Siomeda, Kecamatan Rote Tengah, Kabupaten Rote Ndao.

3.3. Partisipasi masyarakat dalam pengelolaan pesisir dan laut berbasis kearifan lokal *papadak*

Partisipasi masyarakat dalam penetapan *papadak* dapat dikategorikan sebagai partisipasi dalam melindungi potensi sumber daya alam yang merupakan milik bersama. Partisipasi menjadi ruang bagi masyarakat untuk melakukan negosiasi dalam proses perumusan kebijakan, terutama yang berdampak langsung pada kehidupan masyarakat. Selain itu, masyarakat dapat mengetahui sejak dini kemungkinan akibat yang ditimbulkan dari pembentukan sebuah aturan. Partisipasi digunakan untuk memastikan kepentingan masyarakat tidak diabaikan oleh pembuat aturan, karena pada hakikatnya seluruh peraturan yang dibentuk diarahkan untuk kebermanfaatan bagi tatanan kehidupan masyarakat. Partisipasi masyarakat dalam penerapan *papadak* di dua desa penelitian yaitu melalui keterlibatan dalam perencanaan, pelaksanaan dan pengawasan terhadap tindakan yang bertentangan dengan aturan *papadak*.

Peran serta masyarakat dalam pengelolaan wilayah pesisir diatur melalui PerMenKP Nomor 40 Tahun 2014 tentang Peran Serta dan Pemberdayaan Masyarakat dalam Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil. PerMenKP ini menegaskan bahwa peran serta masyarakat pesisir memiliki arti penting dalam pengelolaan wilayah pesisir. Pasal 1 ayat 5 menyatakan bahwa peran serta masyarakat diartikan sebagai kepedulian dan keterlibatan masyarakat baik secara fisik atau non fisik, langsung atau tidak langsung, atas kesadaran sendiri ataupun didasarkan pada pembinaan dalam rangka pengelolaan wilayah pesisir. Bentuk keikutsertaan masyarakat adalah pada proses perencanaan, pelaksanaan dan pengawasan. Masyarakat pesisir memiliki peran penting dan diberikan otoritas oleh peraturan untuk mengelola wilayah pesisir sesuai dengan kearifan lokal dan hukum adatnya.

3.3.1. Keterlibatan masyarakat dalam perencanaan

Perencanaan yang responsif dapat dicapai dengan melibatkan masyarakat sejak awal proses perencanaan. Keterlibatan masyarakat yang dimaksudkan adalah keterlibatan dalam survei dan penyusunan aturan *papadak*. Penggalan informasi mengenai partisipasi masyarakat dalam perencanaan pengelolaan pesisir dan laut berbasis *papadak* diperoleh dengan melakukan wawancara. Penuturan Ketua Forum Adat Kabupaten Rote Ndao adalah sebagai berikut:

“Yang mengetahui keberadaan potensi sumber daya pesisir dan laut yang harus dilindungi dan adat adalah masyarakat, sehingga dalam survei lokasi dan pembentukan aturan papadak harus dilibatkan untuk memberikan informasi, kritik dan saran”(JN)

Sependapat dengan Ketua Forum Adat Kabupaten Rote Ndao di atas, Ketua Forum Adat Kecamatan Rote Tengah sekaligus sebagai koordinator *manaholo* Kecamatan Rote Tengah mengatakan bahwa:

“Setiap pertemuan untuk membahas tentang aturan dan sanksi dalam papadak, masyarakat selalu dilibatkan untuk memberikan informasi, kritik dan saran guna mendapat kesepakatan bersama”(YMP)

Kedua pernyataan di atas dapat diperkuat oleh seorang nelayan yang mewakili masyarakat nelayan di Desa Siomeda bahwa:

“Ya. Setiap kegiatan baik survei lokasi dan pertemuan, kami sebagai masyarakat nelayan selalu diundang dan memberikan masukan terkait dengan karakteristik wilayah, potensi yang perlu dilindungi dan keberadaannya, serta aturan dan sanksi bagi yang melanggar”(EP)

Berdasarkan hasil wawancara tersebut, diketahui bahwa masyarakat turut berpartisipasi memberikan masukan dalam penyusunan rencana pengelolaan pesisir dan laut berbasis *papadak*. Meskipun demikian, informasi atau masukan yang diberikan hanya untuk kepentingan atau keuntungan kalangan masyarakat nelayan saja. Hal ini terjadi karena minimnya pemahaman masyarakat tentang konsep pengelolaan pesisir dan laut, serta rendahnya tingkat pendidikan masyarakat di Desa Nggodimeda dan Siomeda.

Meskipun demikian, *papadak* melibatkan masyarakat dengan alasan masyarakat lebih mengetahui karakteristik, keunikan, ancaman bencana yang terjadi di lingkungannya. Selain itu, masyarakat sendiri yang akan menerima dampak langsung dari berbagai kegiatan pengelolaan. Apabila masyarakat tidak dilibatkan, maka masyarakat tidak memiliki kesempatan untuk bertindak secara aktif dalam pengelolaan, serta tidak memperoleh peluang membantu, menambah, merubah, menyempurnakan pengelolaan lingkungannya. Kemungkinan masyarakat akan apatis dan bahkan agresif seperti memberikan “cap” pribadi atau kelompok pada lingkungan atau sumber daya alam tertentu.

Keikutsertaan masyarakat dalam partisipasi ini sudah sangat layak diberikan apresiasi, karena partisipasi masyarakat tidak hanya terdapat pada kegiatan praktis, namun pada forum rapat atau musyawarah. Forum tersebut memungkinkan masyarakat dapat berproses secara langsung dalam pengambilan keputusan terhadap program dan kegiatan pembangunan, khususnya terkait upaya perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup baik di wilayah setempat maupun di tingkat lokal (Mardikanto dan Soebiato 2012).

3.3.2. Keterlibatan masyarakat dalam pelaksanaan

Menurut Theresia *et al.* (2014), salah satu tingkatan dalam partisipasi masyarakat adalah bertindak bersama. Masyarakat tidak hanya ikut dalam pengambilan keputusan, namun terlibat pula dalam pelaksanaan kegiatan. Keterlibatan masyarakat dalam pelaksanaan *papadak* sangatlah nyata. Keterlibatan yang dimaksud berkaitan dengan dukungan dan keterlibatan dalam kegiatan yang diprogramkan oleh *papadak*. Penggalan informasi mengenai keterlibatan masyarakat dalam pelaksanaan pengelolaan pesisir dan laut berbasis *papadak* diperoleh dengan melakukan beberapa wawancara. Penuturan Ketua Forum Adat Kabupaten Rote Ndao adalah:

“Pesisir dan laut dilindungi untuk keperluan masyarakat, jadi keterlibatan dalam pengelolaan yang diatur oleh papadak sangat diharapkan. Seperti keterlibatan dalam mendukung kearifan lokal papadak, turut melindungi dan melestarikan pesisir dan laut. Sebagai bukti partisipasi masyarakat dalam pelaksanaan penetapan kearifan lokal papadak adalah keterlibatan dalam melindungi penyu dengan dibentuknya kelompok penggerak konservasi (KOMPAK) penyu “Camar Laut” di Desa Siomeda”(YN)

Koordinator *manaholo* yang juga berperan sebagai Ketua Camar Laut di Desa Siomeda membenarkan pernyataan di atas dengan mengatakan bahwa:

“Antusiasme masyarakat dalam mendukung papadak sangat bagus. Setelah adanya papadak maka tindakan masyarakat yang merusak di pantai dan laut semakin berkurang. Seperti menangkap ikan dengan bom, racun, akar tuba, penambangan pasir dengan alat berat tanpa izin, penebangan pohon di pantai dan masyarakat tidak lagi menangkap dan mengambil telur penyu di pantai. Bahkan apabila ditemukan penyu yang mati di pantai, masyarakat melaporkan kepada manaholo untuk kita sama-sama menguburnya. Namun ada juga yang tidak sependapat dan menganggap adanya aturan papadak membatasi hak mereka melaut” (YMP)

Kedua pernyataan tersebut diperkuat oleh Bendahara Camar Laut yang juga mewakili masyarakat nelayan yakni:

“Ya. Kami masyarakat nelayan juga dilibatkan dalam kegiatan melindungi pesisir dan laut. Salah satu keterlibatan tersebut yaitu menjadi anggota

camar laut. Kami sebagai nelayan juga merasa senang karena adanya kearifan lokal papadak, nelayan dari wilayah lain yang sering menangkap ikan dengan alat tangkap yang tidak ramah lingkungan mulai takut dengan denda adat, sehingga tidak beroperasi lagi di wilayah kami”(EP)

3.3.3. Keterlibatan masyarakat dalam pengawasan

Memantau dan mengawasi pelaksanaan pengelolaan sumber daya pesisir dan laut dalam wilayah *papadak* merupakan tanggung jawab *manaholo*, tetapi harus melibatkan seluruh masyarakat, khususnya masyarakat pesisir sebagai pengguna sumber daya tersebut. Selain menjadi pengguna sumber daya, masyarakat Desa Nggodimeda dan Siomeda juga ikut berperan dalam menjaga, memelihara, memantau dan mengawasi pengelolaan sumber daya pesisir dan laut. Penuturan Ketua Forum Adat Kecamatan Rote Tengah adalah:

“Kami yang dipercayakan untuk menegakkan aturan adat tidak selalu berada di pantai dan laut, sehingga masyarakat sering membantu kami dalam pengawasan terhadap tindakan yang melanggar aturan adat papadak dan melaporkan kepada kami untuk ditindak sesuai aturan”(YMP)

Senada dengan pernyataan di atas, seorang *manaholo* di Desa Nggodimeda menyatakan bahwa:

“Pengawasan terhadap pelaksanaan papadak, kami sebagai manaholo selalu dibantu oleh masyarakat. Kami tidak selalu berada di pantai dan laut, sehingga masyarakat sering membantu melaporkan hal-hal yang dicurigai bertentangan dengan aturan papadak”(YS)

Memperkuat kedua pernyataan sebelumnya, seorang nelayan di Desa Nggodimeda menyatakan bahwa:

“Ya. Kami sering memberikan informasi yang mencurigakan melanggar aturan adat papadak kepada manaholo”(YP)

Berdasarkan pernyataan dari para responden, partisipasi masyarakat dalam pengelolaan pesisir dan laut berbasis kearifan lokal *papadak* di Desa Nggodimeda dan Siomeda dapat dikatakan masih rendah. Partisipasi masyarakat dibuktikan dengan keterlibatan masyarakat dalam setiap prosesnya yaitu pada tahap perencanaan, pelaksanaan dan pengawasan aturan adat *papadak*. Klaim bahwa aturan *papadak* membatasi hak melaut merupakan bukti bahwa partisipasi masyarakat masih rendah.

3.4. Efektivitas peran *papadak* dalam pengelolaan pesisir dan laut

Efektivitas kelembagaan *papadak* dalam mengatur pengelolaan sumber daya pesisir dan laut di Desa Nggodimeda dan Siomeda diukur dari pemahaman dan kepatuhan masyarakat terhadap aturan yang telah disepakati bersama. Aktivitas masyarakat di Desa Nggodimeda dan Siomeda, Kecamatan Rote Tengah

telah mengikuti aturan *papadak* dalam pemanfaatan sumber daya pesisir dan laut. Masyarakat memanfaatkan sumber daya alam sesuai dengan aturan adat yang telah ditetapkan dalam *papadak*, sehingga aturan *papadak* mengenai hak penguasaan dan pemanfaatan sumber daya pesisir dan laut dianggap cukup efektif. Efektivitas *papadak* ini dibuktikan melalui hasil wawancara dengan *manaholo*. Ketua *manaholo* di Desa Siomeda menyatakan bahwa:

"Dulu sebelum penetapan banyak sekali aktivitas masyarakat yang merusak seperti penangkapan ikan dengan bom, racun, akar tuba dan pengambilan pasir dengan alat berat tanpa izin. Namun setelah penetapannya hingga sekarang baru dua kali pelanggaran"(MP)

Senada dengan pernyataan tersebut, Ketua *manaholo* Desa Nggodimeda menyatakan bahwa:

"Masyarakat sangat paham dan patuh terhadap aturan papadak yang telah ditetapkan, sehingga kebiasaan merusak lingkungan dan menangkap ikan yang tidak ramah lingkungan sekarang sudah tidak ada lagi"(MB)

Pernyataan ketua *manaholo* dari dua desa tersebut belum pasti kebenarannya apabila tidak didukung dengan keterangan dari masyarakat terkait pemahaman dan kepatuhan mereka terhadap aturan *papadak*. Oleh karena itu, wawancara dengan masyarakat juga dilakukan untuk memperkuat bukti. Hasil wawancara menjelaskan bahwa masyarakat sangat paham dan patuh terhadap aturan adat yang telah disepakati bersama dalam *papadak*. Masyarakat menyadari bahwa kebiasaan dulu yang merusak telah diatasi dengan adanya aturan *papadak*. Masyarakat sebagai pengguna utama sumber daya pesisir dan laut juga mempunyai kesadaran untuk memelihara dan menjaga sumber daya pesisir dan laut. Penuturan seorang nelayan dari Desa Siomeda menyatakan bahwa:

"Kami menyadari bahwa kebiasaan menangkap ikan yang dulu merusak, sehingga adanya aturan adat papadak, sumber daya pesisir dan laut yang ada dapat terjaga. Misalnya pasir yang merupakan tempat penyu bertelur kalau ditambang terus dengan alat berat lama-lama akan habis. Dengan sendirinya penyu akan berpindah. Adanya aturan papadak juga membuat hasil tangkapan ikan semakin bertambah"(EP)

Selanjutnya seorang ibu rumah tangga nelayan dari Desa Nggodimeda mengatakan bahwa:

"Saya paham dan mematuhi aturan adat papadak. Aturan papadak sangat bagus dan bermanfaat karena membantu dan menjaga kelestarian pesisir dan laut. Orang-orang yang biasanya merusak pantai dan ekosistem laut menjadi takut, sehingga tetap utuh dan terjaga"(IRT)

Mempertegas kedua pernyataan tersebut, seorang nelayan mengatakan bahwa:

"Kami sebagai nelayan selain memanfaatkan sumber daya pesisir dan laut, kami juga memelihara dan menjaga lingkungan pesisir dan laut dengan menaati larangan yang sudah disepakati dan ditetapkan bersama dalam papadak, misalnya larangan untuk tidak menangkap ikan menggunakan pukot harimau, racun, bom dan akar tuba; tidak menangkap hewan langka yang dilindungi seperti penyu, duyung, lumba-lumba dan buaya; larangan merusak/ menebang tanaman yang hidup di pantai dan juga aturan dalam penambangan pasir"(BN)

Kepatuhan dan pemahaman masyarakat terhadap aturan adat *papadak* memberikan suatu nilai positif terhadap pengelolaan pesisir dan laut di Desa Nggodimeda dan Siomeda Kecamatan Rote Tengah. Adanya aturan adat *papadak* dapat merubah kebiasaan masyarakat yang dulunya merusak menjadi ramah terhadap lingkungan. Perubahan aktivitas masyarakat inilah yang menjadikan potensi sumber daya alam pesisir dan laut tetap terjaga kelestariannya. Pengelolaan sumber daya alam pada hakikatnya adalah sebuah proses pengontrolan tindakan manusia atau masyarakat di sekitar kawasanya, agar sumber daya alam dapat dimanfaatkan secara bijaksana dan mempertimbangkan kelestarian lingkungan (Supriharyono 2002).

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kearifan lokal *papadak* merupakan suatu lembaga sosial yang dibentuk untuk mengontrol aktivitas masyarakat khususnya aktivitas yang merusak lingkungan dan melindungi biota laut yang dilindungi oleh pemerintah. Batas pengelolaan *papadak* di Desa Nggodimeda dan Siomeda adalah 50 meter dari pasang laut ke darat dan 5 mil laut dari pesisir pantai Termanu ke perairan Laut Sawu. Sumber daya alam yang dilindungi dan dibatasi eksploitasinya adalah pasir, tanaman pesisir (*mangrove*, santigi dan pepohonan lainnya), penyu, lamun, teripang, akar bahar, kerang, batu laut, lobster, ikan, buaya, paus, lumba-lumba, dugong (duyung), hiu dan pari.

Keberadaan dan peranan *papadak* di Desa Nggodimeda dan Desa Siomeda memiliki struktur yang cukup jelas. Struktur organisasi *papadak* di dua desa ini terdiri dari komunitas forum adat (pemegang aturan adat tertinggi), *manaholo*/penjaga/pengawas dan masyarakat. Antusiasme masyarakat untuk berpartisipasi pada penerapan *papadak* dalam upaya pengelolaan pesisir dan laut memberikan kemudahan dalam menegakkan aturan adat yang telah ditetapkan. Keterlibatan atau partisipasi masyarakat yang dimaksud adalah seluruh proses baik perencanaan, pelaksanaan maupun pengawasan. Peran *papadak* di Desa Nggodimeda dan Siomeda, Kecamatan Rote Tengah dinilai cukup efektif. Kepatuhan dan pemahaman masyarakat terhadap aturan adat

papadak memberikan suatu nilai positif terhadap pengelolaan pesisir dan laut. Adanya aturan adat *papadak* mendorong masyarakat merubah kebiasaan yang dahulunya merusak menjadi ramah lingkungan, sehingga potensi sumber daya alam pesisir dan laut di Desa Nggodimeda dan Siomeda, Kecamatan Rote Tengah tetap terjaga kelestariannya.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Asagabaldan MA. 2017. Hukum dan peran *lilifuk* di tengah rezim pemerintahan: analisis hukum dan keberlanjutan kearifan lokal di Desa Kuanheun, Kabupaten Kupang Barat, Nusa Tenggara Timur. *Sabda* 12(2):136-145.
- [BPS] Badan Pusat Statistik Kabupaten Rote Ndao. 2016. Kabupaten Rote Ndao dalam angka 2016. BPS Kabupaten Rote Ndao. Rote Ndao.
- Dahuri R. 2001. Pengelolaan sumberdaya wilayah pesisir secara terpadu. Penerbit Pradnya Paramita. Jakarta.
- Fakhrurrazi S. 2013. Pola partisipasi masyarakat dalam pelestarian hutan mangrove [Skripsi]. Departemen Sosiologi, Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik, Universitas Sumatra Utara. Medan.
- Ingguae LSY. 2015. Tata bahasa Rote. Deepublish. Yogyakarta.
- Mardikanto T dan Soebiato P. 2012. Pemberdayaan masyarakat dalam perspektif kebijakan publik. Alfabeta. Bandung.
- PerMenKP (Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan) Nomor 40 Tahun 2014 tentang peran serta dan pemberdayaan masyarakat dalam pengelolaan wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil.
- Stanis S, Supriharyono dan Bambang AN. 2007. Pengelolaan sumber daya pesisir dan laut melalui pemberdayaan kearifan lokal di Kabupaten Lembata Propinsi Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Pasir Laut* 2(2):67-82.
- Sugiyono. 2016. Memahami penelitian kualitatif. Alfabeta. Bandung.
- Sumarmi dan Amirudin. 2014. Pengelolaan lingkungan berbasis kearifan lokal. Aditya Media Publishing. Malang.
- Supriharyono. 2002. Pelestarian dan pengelolaan sumber daya alam di wilayah pesisir tropis. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Theresia A, Andini KS, Nugraha PGP dan Mardikanto T. 2014. Pembangunan berbasis masyarakat. Alfabeta. Bandung.
- UU (Undang-Undang) Nomor 9 Tahun 1985 tentang perikanan.
- UU (Undang-Undang) Nomor 31 Tahun 2004 tentang perikanan.
- Uphoff N. 2000. Understanding social capital: learning from the analysis and experience of participation. In: Dasgupta P and Serageldin I. Social capital: a multifaceted perspective. World Bank. Washington DC.

Knowledge and attitudes influence in implementation of household waste management program

Y. M. Hasibuan^{1*}, F. M. Sidjabat¹

¹Environmental Engineering, President University, Bekasi, Indonesia

Abstrak.

Sampah menjadi permasalahan utama yang sering dijumpai pada kota metropolitan seperti DKI Jakarta. Penelitian Dinas Lingkungan Hidup DKI Jakarta menyatakan bahwa DKI Jakarta menghasilkan 7500 ton limbah per hari dengan 60,5% berasal dari perumahan. Oleh karena itu, pemerintah DKI Jakarta memprakarsai Sampah Tanggung Jawab Bersama (SAMTAMA) untuk memobilisasi penduduk mengelola limbah dari sumbernya di suatu lokasi percontohan yakni RT (Rukun Tetangga) 10 / RW (Rukun Warga) 03 Cempaka Putih Timur. Lokasi ini dianggap optimal dalam mengimplementasikan program SAMTAMA. Penelitian bertujuan mengetahui adanya pengaruh pengetahuan dan sikap terhadap perilaku implementasi program SAMTAMA. Metode yang diterapkan dalam mengukur perilaku menggunakan kuesioner jenis Skala Likert. Regresi linier berganda diaplikasikan pada pengolahan data. Diperoleh bahwa pengetahuan dan sikap memiliki pengaruh terhadap perilaku implementasi program SAMTAMA.

Kata kunci: sikap, perilaku implementasi, pengetahuan, regresi linear berganda, SAMTAMA

Abstract.

Waste is one of the big problems often faced by metropolitan cities like DKI Jakarta. The Environmental Agency of DKI Jakarta's research stated that DKI Jakarta produces 7500 tons of waste per day with 60.5% coming from residential. Therefore, the DKI Jakarta government initiated the "Sampah Tanggung Jawab Bersama" (SAMTAMA) to mobilize residential people to manage waste from its source at certain locations as a pilot, one of the locations is RT 10/RW 03 Cempaka Putih Timur. This location is regarded optimal in implementing the SAMTAMA program. Based on this, study aim was to find out whether knowledge and attitude affect the implementation SAMTAMA program. The method implemented in measuring the behavior using a questionnaire with Likert Scale. Multiple linear regression was applied. Knowledge and attitudes influenced the implementation SAMTAMA program behavior.

Keywords: attitude, behavior of implementation, knowledge, multiple linear regression, SAMTAMA

1. INTRODUCTION

In metropolitan cities, waste management faces many challenges because the quantity of waste is increasing. The increasing waste happens because the management uses the old concept which depends on collection, transportation and disposal activities. According to Environmental Agency of DKI Jakarta Province, if there is no appropriate waste management system, it will take a lot of budget and more landfill location from time to time.

DKI Jakarta is a densely populated area. According to an attachment of Decree of the Head of Sanitation Agency of DKI Jakarta Province Number 334 Year 2013, their research in 2011 stated that DKI Jakarta produced a large amount of organic waste for as much as 53.75% shown in **Table 1**.

* Korespondensi Penulis
Email : mimahsb20@gmail.com

Table 1. DKI Jakarta's waste composition.

No	Waste composition	Percentage (%)
1	Organic (food scraps, leaves, etc.)	53.75
2	Inorganic	14.92
3	Plastic	14.02
4	Paper	14.02
5	Glass	2.45
6	Metal	1.82
7	Fabric/textile	1.11
8	Wood	0.87
9	Hazardous waste	0.56
10	Rubber	0.52
11	Building demolition waste	0.01
12	Etc.	9.98

Besides that, according to Environmental Agency of DKI Jakarta Province (2018) in the Integrated Waste Management Unit Official Portal, Jakarta produced 7452.6 tons of waste per day in 2018, 60.5% of which is from domestic waste. In 2022, TPST Bantargebang is predicted being unable to dispose of waste again, if it still uses the old concept.

Concept of waste management that depends on disposal activities should be discarded and substituted by a new concept. DKI Jakarta government has designed a household waste management program named "Sampah Tanggung Jawab Bersama" (SAMTAMA). This program persuades people to manage their own waste, so that not only the government taking the responsibility.

SAMTAMA is a waste management movement/social labelling to reduce or manage the waste by increasing people's awareness. To support the SAMTAMA Program, DKI Jakarta's government gives socializations on each "Rukun Warga" (RW) representatives concerning the waste's awareness by bringing them to see the TPST Bantargebang condition. Besides that, the representatives are equipped with knowledge about 3R (Reduce, Reuse and Recycle) toward the waste, therefore they are able to handle their own waste properly. Currently, the SAMTAMA program regulation is still in progress. This regulation is expected to be able to support the program in order to be sustain.

Currently, DKI Jakarta has 22 RWs as the pilots of SAMTAMA program implementation. RW 03 of Cempaka Putih Timur is regarded as a good example of implementing this program. It has a barrel of composter, cultivation of maggot BSF, and waste bank for food and plastic waste reduction.

To implement the program of SAMTAMA in all DKI Jakarta locations, it requires social aspect optimization by implementing questionnaire. This questionnaire examines variables affecting the implementation SAMTAMA program behavior by applying these tools, such as analysis of description, multiple linear regression and testing of hypothesis.

2. METHODOLOGY

2.1. Research location and time

The research location was at Rukun Tetangga (RT) 10 / RW 03 Cempaka Putih Timur, Jakarta Pusat. RT 10 site had 70 houses including 218 inhabitants. This research was carried out in January 2020.

2.2. Research method

2.2.1. Questionnaire preparation

This was printed with seven groups of the questionnaire. The first group was about questionnaire's objectives and ask respondents to co-operate in completing the questionnaire. The second group had purpose to classify respondent characteristic including age, status and education. The respondent who completes this questionnaire is housewives residing perpetually at RT 10/RW 03 Cempaka Putih Timur. The third group consisted of instructions for the respondents to consider how the questionnaire would be filled in. Groups 4, 5 and 6 were the principal questionnaire applying Likert scale (1-5). Scale 1 was signifying strong disagreement and scale 5 meaning strong agreement. The last group (7) signifies the obstacles and suggestions of SAMTAMA program.

Therefore, this questionnaire had a total question as many as 27 items. Thereafter, 22 questionnaires using Likert scale were verified for validity and reliability by applying an open-source statistical software of PSPP after distribution to 30 persons. 30 is the minimum sample size for evaluating the validity and reliability of questionnaire (Khan *et al.* 2014).

2.2.2. Validity test

A validation conducted in RW 03 Cempaka Putih Timur with a total sample of 30 people who had lived. To test the validity, Pearson Product Moment correlation was applied. Then, application of two-tailed r table containing critical values will convince the significant of r value. For this analysis the df value was $n-2$, n was the sample's number. The null hypothesis (H_0) is rejected when r is greater than the critical value. This study had 30 samples for validity test, so the critical value used was 0.361007 (Samuels 2017).

2.2.3. Reliability test

Reliability test is a tool of determining instruments to identify the accuracy. The tests can always stay accurate when used repeatedly. The Cronbach Alpha method can be used for reliability testing and the following is the categorization (Table 2).

Table 2. Category of Cronbach Alpha's value.

Alpha value	Internal reliability
$\alpha \geq 0.9$	Excellent
$0.9 > \alpha \geq 0.8$	Good
$0.8 > \alpha \geq 0.7$	Acceptable
$0.7 > \alpha \geq 0.6$	Questionable
$0.6 > \alpha \geq 0.5$	Poor
$0.5 > \alpha$	Unacceptable

2.2.4. Descriptive analysis

Respondent characteristics were examined by considering attitude and knowledge on the implementation of SAMTAMA program behavior. It is done by measuring the frequency of the particular response of respondent. Each question mean was calculated to point out the high, moderate or low level of each variable (**Table 3**) (Oxford and Burry-Stock 1995).

Table 3. Mean result range interpretations.

Mean	Explanation
< 2.5	Low
$2.5-3.5$	Moderate
> 3.5	High

2.2.5. Multiple linear regression

The linear regression formula can be seen as follows (**Equation 1**) (Arikunto 2013).

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + \varepsilon \dots\dots\dots(1)$$

Description:

β_0 = y value when x is 0 (y-intercept) X = independent variable
 $\beta_1; \beta_2 \dots \beta_k$ = corresponding variable slope ε = residual terms
Y = dependent variable

Furthermore, three classical assumption test classifications were used to examine the regression model accuracy, such as the normality, heteroscedasticity and multicollinearity test. A regression model intended to know the normality of data distribution is the meaning of normality test. The test is performed by the Normal Probability-plot (P-plot). When the data is normally distributed, then the diagonal lines will appear in the lines on the graph (Pawirosumarto *et al.* 2017). Heteroscedasticity test is beneficial for checking the occurrence of inequality variance within residual variance. Supposed the chart signifies a regular form, as a big wave, heteroscedasticity is going to narrow and when the points distribute at the upper and lower the number 0 on Y axis without establishing a particular form, hence, no heteroscedasticity (Indriaty 2010). Test of multicollinearity are carried out by rivalling the variance inflation

factor (VIF) to the appropriate value. All three tests have been analyzed by Microsoft Excel (Pawirosumarto *et al.* 2017).

2.2.6. Hypothesis testing

This study used three methods to test the hypothesis such as, F-test, T-test and R-squared. Microsoft Excel performed the test. The F-test indicates level of significance of independent toward dependent variable (Archdeacon 1994). T-test revealed substantial difference in group mean level (Archdeacon 1994). The R-squared test is valuable for hypotheses testing to show the model equation of this study (Draper and Smith 1998).

3. RESULT AND DISCUSSION

3.1. Descriptive analysis

Age and education level are the respondent's characteristics measured in this research. From 35 respondents, this research was mainly the age group of ≤ 45 (12.34%) (**Table 4**) and high school education group (20.57%) (**Table 5**).

Table 4. The respondent's characteristic based on age.

No	Age range (year)	Percentage (%)
1	≤ 45	12.34
2	46–50	8.23
3	51–55	4.12
4	56–60	5.14
5	≥ 60	6.17

Table 5. The respondent's characteristic based on education level.

No	Education level	Percentage (%)
1	Elementary	2.60
2	Junior High School	7.20
3	Senior High School	20.57
4	Diploma	4.11
5	BSc	2.60
6	MSc	0
7	Doctor	2.60

The description of three questionnaire variables can be seen in the **Table 6**. Each question generated mean value of above 4. Average value below 4 was represented by 3 questions meaning that the respondents understand the SAMTAMA. For further analysis it was carried out Validity and Reliability Test.

Table 6. Mean test result.

Variables	Labels	Frequency					Mean
		1	2	3	4	5	
A	1	0	0	0	17	18	4.51
	2	0	1	0	21	13	4.31
	3	0	3	0	20	12	4.17
B	1	0	1	2	16	16	4.34
	2	0	0	1	25	9	4.23
	3	0	0	1	27	7	4.17
	4	0	8	17	8	2	3.11

Variables	Labels	Frequency					Mean
		1	2	3	4	5	
C	5	0	0	3	22	10	4.20
	6	0	1	2	23	9	4.14
	7	0	0	1	20	14	4.37
	1	0	2	1	24	8	4.09
	2	0	4	2	17	12	4.06
	3	0	4	3	19	9	3.94
	4	0	7	6	15	7	3.63

Notes:

A : Knowledge

B : Attitude

C : Behavior of implementation SAMTAMA

1 : Strongly disagree

2 : Disagree

3 : Neutral

4 : Agree

5 : Strongly agree

3.2. Validity test

Among 22 inquiries, 14 questions were valid, because of r exceeding 0.361007, so that 14 questions underwent further examination.

3.3. Reliability Test

If the Cronbach Alpha value is bigger than r table, a questionnaire will be reliable (Budi 2005). The reliability will show high, if the value of r approaches 1 (Wahyuni 2014). The questionnaire was still acceptable according to the Cronbach Alpha Value categories (**Table 7**).

Table 7. Reliability statistics result.

N of items	Cronbach's Alpha	Internal consistency
22	0.73	Acceptable

3.4. Multiple linear regression

According to multiple linear regression, this research equation model (**Equation 2**) was:

$$\text{Implementation SAMTAMA program behavior} = -6.370 + 0.178 \text{ Knowledge} + 0.692 \text{ Attitude} \dots\dots(2)$$

There were three assumption tests after multiple linear regression analysis. The data were normally distributed according to the normality test (**Figure 1**). The pattern was spreading in the upper and lower 0 number on the Y axis without creating a particular pattern, therefore no heteroscedasticity (**Figure 2**). Then multicollinearity test indicates that all variables had VIF less than 10, meaning accepted (**Table 8**).

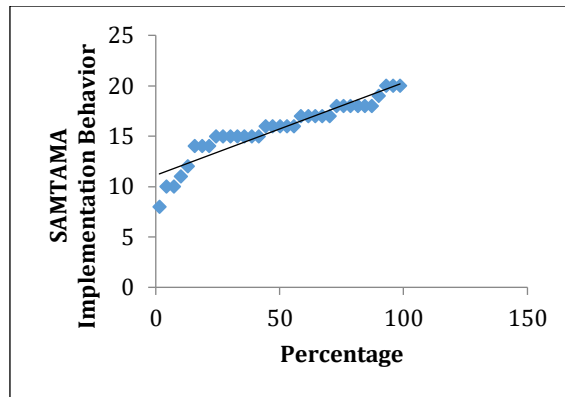


Figure 1. The result of normality test.

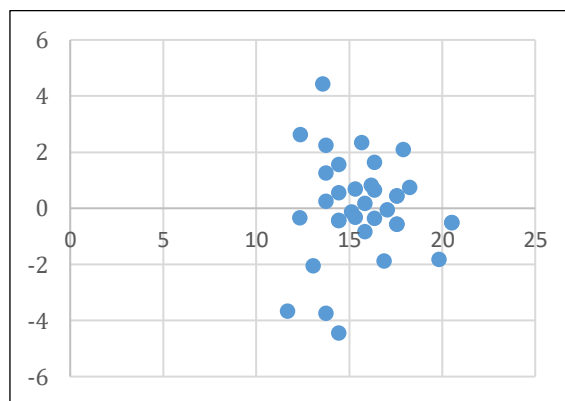


Figure 2. Heteroscedasticity test result.

Table 8. VIF result.

Variable	VIF (1/(1-R ²))	Std	Comment
Knowledge	1.895082480	<10	Ok
Attitudes	1.895082480	<10	Ok
Behavior	2.493106694	<10	Ok

3.5. Hypothesis testing

According to the multiple linear regression equation discussed above, the result had a negative value of -6.370, so that the intercept value was not significant, while knowledge and attitudes were significant. The equation model was acceptable with a P-value below 0.05 which is 4.4889×10^{-7} . Negative numbers intercept could be ignored, therefore it could be assumed to be 0, because the normality test, heteroscedasticity test, VIF result and ANOVA F-Test values already fulfilled multiple linear regression assumption (Dougherty 2002). For this study, it will create a new type of equation model (**Equation 3**):

$$\text{Implementation SAMTAMA program behavior} = 0.178 \text{ Knowledge} + 0.692 \text{ Attitude} \dots\dots\dots (3)$$

From the above equation it showed that if the value of knowledge increase, it increases the behavior as many as 0.178 of each increment, while if the attitude value increase, it will increase the behavior as many as 0.692 of each increment. Based on that, it was claimed that attitude had more influence on behavior than knowledge. As many as 57.38% of R-squared test indicated that implementation of SAMTAMA program behavior was affected by knowledge and attitude.

Mean test showed that knowledge had a value of 4.33 ranging 4.17-4.51. Contrasted with mean test interpretation, knowledge had a crucial role in the implementation of SAMTAMA program behavior because of the value >3.5 . Knowledge is one of the most significant factors affecting behavior (Tekin and Gunes 2018). Due to the value of the mean test results of 4.08 was >3.5 ranging 3.11-4.37, this research stated that attitudes also had a crucial role in implementation SAMTAMA program behavior. Moreover, the result of mean value was 3.93, it was nearly meeting the specified standard minimum. In general, the people put into action SAMTAMA program, hence it has not yet been thoroughly dispersed.

Knowledge and attitude affected the implementation SAMTAMA program behavior. They require also knowledge and attitudes increment to up turn the implementation of SAMTAMA program behavior.

4. CONCLUSION AND RECOMMENDATION

It can be concluded that from multiple linear regression, knowledge and attitude are both influencing the behavior of implementation. But in this case, the attitude has a more influence rather than the knowledge, so that the government should pay attention to find the idea or activity to increase the attitude of people in DKI Jakarta towards to SAMTAMA program.

5. ACKNOWLEDGEMENT

The authors would thank our colleagues in President University who gave us feedback and assistance during the research. Also, we thank you to Environmental Agency of DKI Jakarta Province, Mrs. Rita Ningsih who gave us permissions to do this research and Mr. Adian Sudiana in RT 10/RW 03 Cempaka Putih Timur who always helped us to conduct this research.

6. REFERENCES

- Archdeacon TJ. 1994. Correlation and Regression analysis: a historians guide. University of Wisconsin Press. Madison.
- Arikunto S. 2013. Prosedur penelitian. Rineka Cipta. Jakarta.
- Budi TP. 2005. SPSS 13.0 terapan. CV Andi Offset. Yogyakarta.

- Decree of the Head of Sanitation Agency of DKI Jakarta Province Number 334 Year 2013.
- Dougherty C. 2002. Introduction to econometrics. Oxford University Press. Oxford.
- Draper NR and Smith H. 1998. Applied regression analysis third edition (wiley series in probability and statistics). Wiley-Interscience. United States of America.
- Environmental Agency of DKI Jakarta Province. 2018. Data-data TPST Bantargebang [internet]. Available at: <https://upst.dlh.jakarta.go.id/tpst/data>.
- Indriaty DR. 2010. Analisis pengaruh tingkat kualitas pelayanan jasa puskesmas terhadap kepuasan pasien (studi pada Puskesmas Gunungpati Semarang) [Undergraduate Thesis]. Department of Management, Faculty of Economy and Business, Diponegoro University. Semarang.
- Khan YK, Sarraf A, Khan AH and Mallhi TH. 2014. Knowledge, attitude and practice (KAP) Survey of osteoporosis among students of a tertiary institution in Malaysia. Tropical Journal of Pharmaceutical Research 13(1):155-162.
- Oxford RL and Burry-Stock JA. 1995. Assessing the use of language learning strategies worldwide with the ESL/EFL version of the strategy inventory for language learning (SILL). System 23(1):1-23.
- Pawirosumarto S, Sarjana PK and Muchtar M. 2017. Factors affecting employee performance of PT. Kiyokuni Indonesia. International Journal of Law and Management 59(4):602-614.
- Samuels P. 2017. Advice on reliability analysis with small samples – revised version [Technical Report]. Department of Management, HR and Enterprise, Birmingham City Business School, Faculty of Business, Law and Social Sciences, Birmingham City University. Birmingham.
- Wahyuni N. 2014. Uji validitas dan reliabilitas [internet]. Available at: <https://qmc.binus.ac.id/2014/11/01/u-j-i-v-a-l-i-d-i-t-a-s-d-a-n-u-j-i-r-e-l-i-a-b-i-l-i-t-a-s/>.
- Tekin C and Gunes G. 2018. Environmental awareness in university students and the affecting factors. International Journal of Community Medicine and Public Health 5(2):422-429.

JURNAL PENGELOLAAN LINGKUNGAN BERKELANJUTAN

JOURNAL OF ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY MANAGEMENT

ISSN 2598-0017 | E-ISSN 2598-0025

Vol. 4 No. 2, Agustus 2020

How to ensure sustainability of economic and social activities post earthquake a case study in Lombok West Nusatenggara Indonesia (Kholil, N. Ariani, A. Setyawan, S. Ramli) 471-485

Analisis beban dan tingkat pencemaran di Perairan Dumai, Provinsi Riau (F. Ariani, H. Effendi, Suprihatin) 486-497

Penggunaan AHP guna penentuan prioritas penanganan permukiman tangguh bencana longsor (S. Utami, K. Ekasari, R. M. Saputra) 498-512

Peranan kearifan lokal papadak dalam pengelolaan pesisir dan laut di Desa Nggodimeda dan Desa Siomeda, Kecamatan Rote Tengah (N. C. Ketti) 513-527

Knowledge and attitudes influence in implementation of household waste management program (Y. M. Hasibuan, F. M. Sidjabat) 528-536

Tersedia secara *online* di www.bkpsl.org/ojswp/index.php/jplb

Sekretariat Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan (JPLB)

Gedung Pusat Penelitian Lingkungan Hidup (PPLH) Lantai 4

Kampus IPB Dramaga Bogor 16680

Telp. 0251 – 8621262; Fax. 0251 – 8622134

e-mail : jplb@bkpsl.org / jurnalbkpsl@gmail.com



9 772598 002001



9 772598 001004