

**PEMANFAATAN TEKNOLOGI ENERGI SURYA  
DALAM MEMENUHI KEBUTUHAN AIR BERSIH  
DI MARKAS TNI PERBATASAN MARITIM :  
STUDI DI POS TNI AL, LABUAN BAJO, NUSA TENGGARA TIMUR**

**UTILIZATION OF SOLAR ENERGY TECHNOLOGY  
TO MEET WATER LOGISTIC SUPPORT IN THE MARITIME BORDER :  
STUDY AT NAVY POST, LABUAN BAJO, EAST NUSA TENGGARA**

Nugroho Adi Sasongko<sup>1</sup>, Amarulla Octavian<sup>2</sup>, Marsetio<sup>3</sup>, Rudy Laksmono<sup>4</sup>,  
Abimanyu Hilmawan<sup>5</sup>, dan Isna Royana<sup>6</sup>

Universitas Pertahanan Indonesia  
(nugroho.adi.sasongko@gmail.com)

**Abstrak** – Ketersediaan air bersih merupakan sebagian besar masalah utama di wilayah Kabupaten Manggarai Barat, Nusa Tenggara Timur. Padahal terdapat korelasi antara faktor kecukupan air, kesehatan dan pembangunan ekonomi. Salah satu daerah yang merepresentasikan kondisi ini adalah di Desa Labuan Bajo. Pesona wisata Pulau Flores yang terdapat di Kabupaten Manggarai Barat, dimana Labuan Bajo merupakan pintu gerbang untuk memasuki pesona wisata tersebut merupakan tempat yang sangat ingin dikunjungi oleh wisatawan. Sebagai bentuk upaya pemerintah untuk memperketat pengawasan dan penjagaan perbatasan maritim Labuan Bajo, pemerintah membentuk Pos TNI Angkatan Laut. Oleh karena itu, ketersediaan air bersih sangat dibutuhkan di daerah tersebut. Selain untuk memenuhi kebutuhan masyarakat Labuan Bajo, meningkatkan sarana dan infrastruktur untuk mendatangkan para wisatawan yang banyak, juga untuk memenuhi dukungan logistik markas TNI AL. Untuk memenuhi kebutuhan air tersebut, maka ada 2 opsi yang diperkirakan dapat menyelesaikan masalah, yakni (1) pemetaan air bawah tanah di desa Labuan Bajo dan pemompaannya dengan menggunakan tenaga listrik dari hasil *photo voltaic*, dan (2) bilamana butir (1) nihil maka dilakukan pemompaan air dari *reservoir* yang tersedia pada jarak sekitar 3 km dari desa Labuan Bajo. Mengingat *contour* daerahnya, maka diperlukan pembuatan *reservoir* baru dan sistem pemompaan air dari *reservoir* yang telah tersedia, sehingga diperoleh tingkat ketinggian air yang memadai untuk mengalirkan air ke desa tersebut. Pemetaan air bawah tanah dilakukan dengan menggunakan metode geolistrik. Bilamana opsi 1 berhasil, maka sistem yang dibangun dapat dijadikan sebagai model pemompaan air bawah tanah, utamanya di wilayah Kabupaten Manggarai Barat yang memerlukannya. Kemudian air bersih yang didapat akan diolah melalui proses *Reverse Osmosis* untuk menghasilkan air siap minum.

**Kata Kunci** : penyediaan air bersih, sel surya, energi terbarukan, daerah terpencil, pompa air

---

<sup>1</sup> Dosen Universitas Pertahanan.

<sup>2</sup> Dosen Universitas Pertahanan.

<sup>3</sup> Dosen Universitas Pertahanan.

<sup>4</sup> Dosen Universitas Pertahanan.

<sup>5</sup> Alumni Prodi Keamanan Martim, Universitas Pertahanan.

<sup>6</sup> Alumni Prodi Ketahanan Energi, Universitas Pertahanan.

**Abstract** – The availability of clean water is a large part of the main problem in the area of West Manggarai Regency, East Nusa Tenggara. Eventhough there is correlation between factors of adequate water, health and economic development, one area that represents this condition is in the village of Labuan Bajo. The enchantment of the tourist island of Flores found in West Manggarai Regency, where Labuan Bajo is the gateway to entering the tourist charm is a place that tourists really want to visit. As a form government efforts to tighten border supervision and safeguards the Labuan Bajo maritime, the government formed the Indonesian Navy post. Therefore, the availability of clean water is needed in the area, besides to meet the needs of the Labuan Bajo community, improve facilities and infrastructure to bring in many tourists, also for fulfilling the logistical support of the Navy's headquarters. To meet water needs, there are two options that are expected to solve the problem, namely, (1) mapping of underground water in the village of Labuan Bajo and pumping it using electric power from the voltaic photo results, and (2) when there is no item (1) then pumping water from the reservoir is available at a distance about 3 km from the village of Labuan Bajo. Considering the contour of the area, the needed to make new reservoirs and water pumping systems from the reservoir available, so that an adequate level of water is obtained for drain water to the village. Mapping of underground water is carried out withusing the geoelectric method. If option 1 is successful, then the system that is built can be used as a model of pumping underground water, mainly in the area of West Manggarai Regency that needed it. Then the water obtained will be processed through the Reverse Osmosis process to produce ready to drink water.

**Keywords:** clean water supply, photovoltaic, renewable energy, rural area, water pump

## Pendahuluan

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki batas wilayah yang tersebar di sepuluh kawasan dengan negara tetangga, baik darat maupun laut.<sup>7</sup> Salah satu provinsi yang memiliki wilayah perbatasan darat maupun laut adalah Nusa Tenggara Timur (NTT).

Keuntungan bagi Indonesia dan negara tetangga dengan adanya kawasan perbatasan dapat menjadi potensi bagi kerja sama antar negara apabila dikelola dengan baik. Disisi lain, kawasan perbatasan memiliki potensi yang rentan akan adanya konflik perbatasan yang dapat mengganggu keamanan dan kedaulatan NKRI.<sup>8</sup> Oleh karena itu,

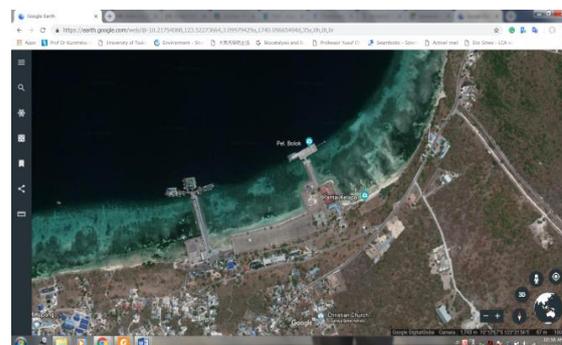
<sup>7</sup> Harmen Batubara, *Batas Laut Profil Perbatasan Indonesia*, (Jakarta: wilayahperbatasan.com. 2017).

<sup>8</sup> Suryo S. Hadiwijoyo, *Batas Wilayah Negara Indonesia: Dimensi, Permasalahan, dan Strategi Penanganan*, (Yogyakarta: Gava Media, 2009).

peran Tentara Nasional Indonesia sangat dibutuhkan untuk menghadapi dan mengantisipasi berbagai bentuk ancaman dan gangguan di wilayah perbatasan maritim.

Pos Angkatan Laut (Posal) Labuan Bajo merupakan salah satu kekuatan maritim Indonesia dibawah Komando Lantamal VII Kupang yang teletak di Perbatasan NTT. Wilayah Kerja Lantamal VII Kupang meliputi perbatasan maritim RI – Australia dan RI – RDTL.

**Gambar 1.** Posisi Koordinat Pelabuhan KAL 10°13'08"S 123°31'22"E



Sumber : Google Map, Akses 1 Februari 2019

**Gambar 2.** LANTAMAL VII Kupang Jl. Supul Raya, Bolok, Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur.



Sumber : Dokumentasi peneliti, 2019

Selain isu pengelolaan batas wilayah negara yang rawan terjadi diperbatasan, isu lain yang dihadapi di perbatasan adalah pengelolaan kawasan perbatasan. Salah satunya adalah keterbatasan air bersih dan listrik, dimana kedua aspek tersebut merupakan aspek pendukung logistik TNI di POS TNI AL yang sangat dibutuhkan untuk mendukung tugas TNI dalam pengamanan daerah perbatasan maritim.

Berdasarkan berita yang dihimpun Rilis.<sup>9</sup> Kepala Bappeda Manggarai Barat pada akhir tahun 2017 menyatakan bahwa keterbatasan air bersih di Labuan Bajo disebabkan belum banyaknya pengolahan air bersih menjadi air minum. Selama ini kebutuhan air minum Labuan Bajo dipasok dari Ruteng yang jaraknya sekitar 133,7 km dari Labuan Bajo, sehingga akses untuk mendapatkan air minum sangat sulit dan memerlukan biaya yang besar. Sedangkan untuk rasio

<sup>9</sup> R. Elvi, *Bappeda Manggarai Barat: Kami Kekurangan Air Minum*, dalam <http://rilis.id/bappeda-manggarai-barat-kami-kekurangan-air-minum.html>, diakses pada 18 Juni 2018.

elektrifikasi NTT, Djoko R. Abumanan Direktur Regional Jawa Bagian Timur Bali Nusa Tenggara PLN mengungkapkan, sampai hari ini rasio elektrifikasi NTT baru mencapai 60,1%.<sup>10</sup> Oleh karena itu, untuk mendukung tugas TNI AL dalam menjaga dan menghadapi serta mengantisipasi berbagai bentuk ancaman yang dapat mengganggu keamanan wilayah perbatasan maritim, terutama di Labuan Bajo, maka dibutuhkan sebuah solusi untuk menangani keterbatasan air bersih dan listrik di Labuan Bajo.

Berdasarkan gambaran kondisi keterbatasan pemenuhan air bersih di Labuan Bajo, maka dapat berpengaruh terhadap gambaran pemenuhan kebutuhan air bersih di POS AL Labuan Bajo. Air minum sangat dibutuhkan oleh TNI sebagai dukungan logistik, karena air adalah kebutuhan primer manusia yang melekat didalam menopang kebutuhannya untuk kelangsungan dan kualitas hidupnya. Kebutuhan air minum setiap individu berbeda-beda tergantung kebutuhan tubuhnya yang dapat dilihat berdasarkan berat badan dan aktivitasnya masing-masing. Rata-rata kebutuhan tubuh akan air sebanyak 2 L.

Sumber air lain yang dimiliki POS AL Labuan Bajo yang merupakan daerah pesisir pantai yang melimpah dan tidak terbatas adalah air laut, namun air laut juga memiliki kualitas air yang buruk

<sup>10</sup> Wahyu Rahmawati, "PLN antisipasi kelistrikan Labuan Bajo jelang pertemuan tahunan IMF-World Bank", dalam <https://industri.kontan.co.id/news/pln-antisipasi-kelistrikan-labuan-bajo-jelang-pertemuan-tahunan-imf-world-bank>, diakses pada 18 Juni 2018.

karena memiliki kadar garam terlarut atau TDS tinggi sehingga tidak layak untuk diminum. Salah satu cara untuk mengatasi masalah kualitas air yang buruk sehingga dapat memenuhi kebutuhan air minum di Perbatasan terutama daerah komando Lantamal VII Kupang dan salah satunya Posal Labuan Bajo adalah dengan penerapan teknologi pengolahan air yang sesuai dengan kualitas air tersebut. Teknologi desalinasi dengan proses osmosis balik atau *Reverse Osmosis* (RO) merupakan salah satu teknologi yang dapat dimanfaatkan untuk merubah air berkualitas buruk menjadi air siap minum.<sup>11</sup>

Kualitas air baku yang akan diolah dengan menggunakan sistem RO sangat berpengaruh terhadap kinerja RO dan umur membrannya. Standar air baku yang digunakan untuk umpan unit RO dapat dilihat pada Tabel 1.<sup>12</sup>

**Tabel 1.** Standar Kualitas Air Baku untuk Sistem RO

No	Parameter	Satuan	Air Baku (max)
1	Warna	Pt. Co Scale	100
2	Kekeruhan	NTU	20
3	Bau	-	Relatif
4	Mangan (Mn)	mg/L	1,3
5	Besi (Fe)	mg/L	2,0
6	Khlorida (Cl)	mg/L	4.000
7	TDS	mg/L	12.000
8	Bahan Organik	mg/L	40

<sup>11</sup> N. Hanna dan Hadi W, “Kelayakan Teknologi Desalinasi Sebagai Alternatif Penyediaan Air Minum Kota Surabaya (Studi Kasus: 50 Liter per detik)”, *Jurnal Teknik ITS*, Volume 5, Nomor 2, 2016, hlm. 47-52.

<sup>12</sup> Wahyu Widayat, “Aplikasi Teknologi Air Asin Desa Tarupa Kecamatan Taka Bonerate Kabupaten Selayar”, *Jurnal Aplikasi Teknologi BPPT*, Volume 3, Nomor 1, 2007, hlm. 81-85.

Sumber: Wahyu Widayat, “Aplikasi Teknologi Air Asin Desa Tarupa Kecamatan Taka Bonerate Kabupaten Selayar”, *Jurnal Aplikasi Teknologi BPPT*, Volume 3, Nomor 1, 2007.

Saat ini pemenuhan kebutuhan listrik Indonesia didominasi dari energi fosil. Pemakaian energi fosil untuk memenuhi kebutuhan energi nasional mencapai 95% sedangkan kontribusi energi terbarukan baru mencapai 5%. Disamping itu, Indonesia masih tergolong negara yang boros dalam pemakaian energi yang ditunjukkan dari nilai intensitas energi yang masih tinggi.<sup>13</sup>

Kondisi akan ketergantungan energi fosil yang ketersediannya semakin berkurang tersebut rentan terhadap gangguan ketahanan energi nasional. Selain itu, energi fosil merupakan yang tidak ramah lingkungan. Pembakaran energi fosil akan menghasilkan gas CO<sub>2</sub> yang berpengaruh terhadap peningkatan efek gas rumah kaca. Oleh karena itu, ketergantungan terhadap energi fosil harus dikurangi dan memaksimalkan energi terbarukan yang ramah lingkungan. Energi surya merupakan salah satu energi terbarukan yang ramah lingkungan.

Indonesia yang merupakan daerah tropis, dimana matahari bersinar sepanjang tahun memiliki potensi energi surya yang besar. Rata-rata radiasi Indonesia sekitar 4.8 kWh/m<sup>2</sup>/hari. Energi surya dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dengan menggunakan panel surya.

<sup>13</sup> ESDM, “Peluang Investasi Efisiensi Energi Masih Cukup Besar”, dalam <http://ebtke.esdm.go.id/post/2018/03/01/1899/peluang.investasi.efisiensi.energi.masih.cukup.besar>, diakses pada 20 Juli 2018.

Penelitian ini akan menganalisis potensi pemanfaatan tenaga listrik yang dihasilkan PLTS untuk mengatasi masalah keterbatasan air bersih di NTT, terutama daerah Lantamal VII Kupang dan Posal Labuan Bajo. Energi listrik yang dihasilkan dari PLTS digunakan untuk pengoperasian pompa proses pengolahan air dengan sistem RO. Sistem teknologi PV untuk menyuplai

### Metode Penelitian

Penelitian ini bersifat deskriptif-naratif, menggunakan metode positivis (*mixed*, menggunakan teori sebagai kerangka penelitian dan menggunakan data kualitatif untuk pengukuran dan pembahasannya), dan bersifat *cross-sectional*. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara mendalam kepada sejumlah narasumber di Lantamal VII Kupang, POSAL Labuan Bajo, Politeknik Negeri Kupang, Dinas ESDM Propinsi NTT, Universitas Nusa Cendana Kupang Nusa Tenggara Timur (NTT). Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei 2018 sampai bulan Januari 2019. Pengumpulan data primer dilakukan dengan observasi langsung ke lokasi penelitian atau melalui wawancara langsung terhadap narasumber instansi sipil dan instansi militer yang memiliki kepentingan dan kapasitas dalam menjelaskan masalah dukungan logistik air bagi TNI di perbatasan, pengolahan air, energi baru terbarukan dan pembangkit Listrik Tenaga Surya. Selain itu akan juga dilakukan pengukuran kualitas radiasi matahari lokasi penelitian.

## Pembahasan

### Gambaran Umum Lantamal VII Kupang

Lantamal (Pangkalan Utama TNI Angkatan Laut) VII Kupang adalah pangkalan militer TNI AL yang terletak di Komplek Yos Sudarso Jl. Prof. DR. Herman Yohanes, Namosain, Alak, Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur. Tugas pokok Lantamal VII Kupang adalah “melaksanakan pembinaan kekuatan dan kemampuan guna menyelenggarakan dukungan logistik dan administrasi bagi unsur-unsur TNI AL, menyelenggarakan patroli keamanan laut, dan melaksanakan pemberdayaan wilayah pertahanan laut di wilayah kerja Lantamal VII”. Adapun Fungsi Lantamal VII Kupang sebagai berikut:<sup>14</sup>

1. Fungsi pendukung satuan operasi yang meliputi:
  - a. Fungsi mendukung fasilitas labuh.
  - b. Fungsi mendukung fasilitas pemeliharaan dan perbaikan.
  - c. Fungsi mendukung fasilitas pembekalan.
  - d. Fungsi mendukung fasilitas perawatan personel.
  - e. Fungsi mendukung fasilitas pembinaan pangkalan.
2. Fungsi Kemanan Laut.
3. Fungsi Pemberdayaan Matra Laut.

---

<sup>14</sup> Lantamal VII Kupang, “Materi Paparan Komandan Lantamal VII Kupang dalam Rangka Studi Strategis dalam Negeri PPRA LVI Tahun 2017 Lemhannas RI,” pada Juli 2017.

Adapun Visi dan Misi Lantamal VII Kupang adalah:<sup>15</sup>

### Visi

“Mewujudkan Lantamal VII Kupang Handal. Profesional dan Dapat Dibanggakan sebagai Komando Pelaksana Dukungan Operasi Unsur-unsur TNI AL yang Beroperasi di Wilayah Lantamal VII”.

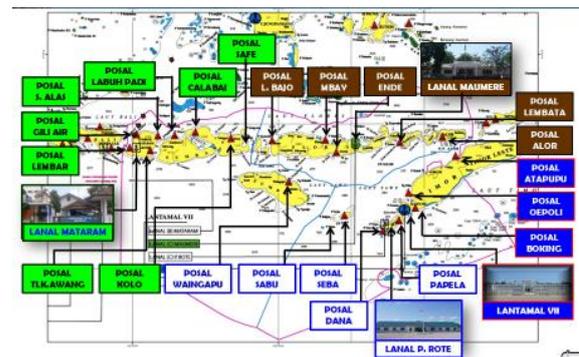
### Misi

1. Mampu melaksanakan fungsi 4 R (*Repair, Replenishment, Rest and Recreation*) terhadap satuan operasi TNI AL di wilayah kerja Lantamal VII, sehingga dapat menambah lamanya kehadiran unsur di Daerah Operasi.
2. Mampu melaksanakan operasi keamanan laut terbatas, sehingga dapat mencegah terjadinya pelanggaran di Perairan Wilayah Kerja Lantamal VII.
3. Mampu melaksanakan pemberdayaan wilayah pertahanan laut (Binpotnaskuatmar dan Bintermatla) di Wilayah Kerja Lantamal VII.

Lantamal VII Kupang merupakan komando pelaksana yang dibentuk sebagai pendukung Komando Armada Republik Indonesia di kawasan Indonesia bagian Timur. Adapun Wilayah Kerja Lantamal VII Kupang dapat dilihat pada Gambar 3.

<sup>15</sup> Lantamal VII Kupang, “Visi dan Misi”, dalam <http://lantamal7.koarmatim.tnial.mil.id/Profil/VisidanMisi.aspx>, diakses pada 10 Agustus 2018.

**Gambar 3.** Peta Wilayah Kerja Lantamal VII Kupang



Sumber: Materi Paparan Komandan Lantamal VII Kupang dalam Rangka Studi Strategis dalam Negeri PPRA LVI Tahun 2017 Lemhannas RI pada Juli 2017.

Pada Gambar 3 di atas menunjukkan salah satu Pangkalan TNI AL dibawah komando Lantamal VII Kupang adalah Lanal Maumere dan Posal Labuan Bajo yang merupakan Pos angkatan laut dibawah Komando Lanal Maumere.

### Kondisi Umum Lantamal VII Kupang dan Posal Labuan Bajo

Lantamal VII Kupang dan Posal Labuan Bajo memiliki persoalan yang tidak jauh berbeda. Dibidang logistik khususnya, air masih menjadi kebutuhan yang sulit dipenuhi. Hal ini karena minimnya muka air permukaan di sekitar kawasan lokasi Lantamal VII Kupang dan Posal Labuan Bajo dan di Nusa Tenggara pada umumnya, iklim Kepulauan Nusa Tenggara yang kering, topografi tanah yang bergunung-gunung, dan jenis tanah yang berkapur. Akibatnya pemenuhan air harus dilakukan dengan pengeboran sumur air tanah yang dalam dan untuk ekstraksi dan distribusinya membutuhkan energi besar. Cadangannya pun tidak

besar karena setelah dipompa beberapa lama, sumur air tersebut akan habis, namun akan kembali terisi beberapa lama kemudian. Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) juga kurang dapat diandalkan pasokan airnya karena belum mampu beroperasi 24 jam. Masyarakat di Kupang pada umumnya merespons keadaan sulit air tersebut dengan memiliki tangki-tangki penampungan air di setiap rumah, dan sudah menjadi suatu kewajiban bahwa saat membangun rumah harus ditanam di bawahnya tangki penampungan air. Lantamal VII Kupang juga merespons dengan cara yang sama (memiliki tangki penampungan), dan menambah alternatif produksi air dengan memiliki sumur bor sendiri sebanyak dua unit (Kuanheum dan Lamakera), selain mengandalkan pasokan dari PDAM. Hal ini belum termasuk faktor air tanah di Kupang yang mengandung zat kapur yang cukup tinggi dan seringkali menimbulkan masalah kesehatan seperti terbentuknya endapan/batu di ginjal dan kandung kemih.

Sama halnya dengan Posal Labuan Bajo, kebutuhan air juga masih menjadi masalah. Hal ini karena karakter tanah yang berkapur, tidak adanya muka air permukaan, topografi yang bergunung-gunung, dan curah hujan yang rendah (1.000 mm per tahun di Labuan Bajo dan 1.200 mm per tahun di Kupang).

**Gambar 4.** Lokasi Lantamal VII Kupang



Sumber: Google Map, 2018.

Pemenuhan air dari PDAM juga belum maksimal, dan karena Labuan Bajo sedang bertransformasi menjadi daerah wisata baru, tentu “persaingan” untuk mendapatkan air tanah dan dari PDAM akan semakin tinggi bagi Posal Labuan Bajo di masa depan. Daerah di sekitar Posal Labuan Bajo juga sudah ramai dan saat ini sedang banyak pembangunan gedung-gedung baru yang menandakan pemenuhan kebutuhan air akan semakin sulit. Kondisi di Labuan Bajo saat ini sudah terlalu ramai dan perairan di sekitarnya sering dilalui kapal-kapal dari dalam dan luar negeri, apakah yang berupa kapal pesiar, *yacht*, kapal nelayan, kapal pengangkut penumpang, kapal kontainer, dan kapal kargo. Posal Labuan Bajo sudah diinisiatifkan untuk berubah menjadi Lanal untuk menyesuaikan kondisi di lapangan dan ini adalah langkah yang sangat baik. Saat ini personel di Posal Labuan Bajo hanya 6 orang dengan tanggung jawab yang semakin melebar di bidang keamanan sehingga kenaikan status Posal menjadi Lanal adalah prioritas dan berperan signifikan untuk perwujudan keamanan di daerah tersebut.

**Gambar 5.** Denah Mako Lantamal VII Kupang, 2018



Sumber: Google Map, 2018

Persoalan lain yang terjadi adalah adanya krisis personel, khususnya di Lantamal VII Kupang. Hal ini karena hingga saat ini Daftar Susunan Personel (DSP) yang seharusnya ada di angka ideal 1995 orang personel, hanya terpenuhi 304 orang (jika ditambah dengan personel di Lanal, maka menjadi 665 orang sehingga realisasinya hanya 30%-nya). Hal ini menunjukkan tingginya *overwork* (kelebihan beban kerja) dan banyak performa pos-pos/satuan yang beroperasi saat ini belum berjalan efektif akibat pemenuhan personel yang di bawah angka ideal. Padahal, ancaman keamanan di wilayah kerja Lantamal VII Kupang cukup kompleks dan berpotensi semakin meningkat. Turisme saat ini menjadi sektor baru yang sedang dikembangkan Gubernur Nusa Tenggara Timur. Kehadiran turis kedepannya dapat memancing timbulnya eksternalitas negatif seperti penyelundupan narkoba, perdagangan manusia, kehadiran/lokasi intelijen asing melakukan transaksi informasi, penyelundupan miras dan barang tidak bercukai, dan dijadikannya Labuan Bajo beserta daerah wisata lainnya sebagai target serangan terorisme. Lantamal VII

Kupang juga bertanggung jawab atas kemampuan dukung Guspurlatim dari ancaman tradisional yang muncul dari selatan (Australia dan Amerika Serikat) dan Guskamla Koarmada II atas kapal yang melewati ALKI III maupun praktik penyelundupan barang asal Timor Leste dan pencari suaka asal Timur Tengah-Afrika-Sub Benua India yang transit menuju Australia. Personel di Posal Labuan Bajo yang hanya berjumlah 6 orang (satu orang saat ini sedang melakukan pendidikan) juga terlalu sedikit untuk menanggapi ancaman keamanan di Labuan Bajo yang semakin kompleks akibat peningkatan investasi di bidang pariwisata.

### **Persoalan Keamanan Maritim dan Strategi Peningkatan Kapabilitas Lantamal VII Kupang dalam Merespons Ancaman dan Fungsi Dukung Pangkalan**

Ancaman keamanan maritim yang sering terjadi di wilayah kerja Lantamal VII Kupang adalah penyelundupan pakaian bekas dan minuman keras ilegal dari Timor Leste. Selain itu, wilayah ini sering menjadi tempat transit para pencari suaka yang akan menyebrang ke Australia. Nelayan Indonesia juga seringkali terseret arus hingga terbawa ke Australia atau dituduh melewati wilayah perbatasan maritim Australia, walaupun menurut nelayan Indonesia tidak demikian. Kekayaan alam, khususnya di sekitar Pulau Timor juga besar dan beragam. Landas kontinen Timor mengandung banyak nodule dan deposit mineral seperti mangan di sebelah barat Pulau Timor, dan migas di

Pulau Selaru sehingga membutuhkan pengawasan agar tidak terjadi riset, eksplorasi, dan eksploitasi secara ilegal. Tantangan alam di wilayah kerja Lantamal Kupang VII juga cukup berat yang ditandai dengan tingginya kekuatan arus bawah laut, gelombang laut yang tinggi, dan angin kencang sehingga menyulitkan navigasi. Ancaman non-tradisional dan tantangan alam yang berat mengharuskan Lantamal VII Kupang memiliki tambahan aset strategis dan armada kapal yang memadai agar lebih mampu merespon ancaman dan melindungi pangkalan dengan lebih baik.

Di sebelah selatan Pulau Timor juga terdapat Australia, negara yang selalu mengalami pasang surut hubungan diplomatik dengan Indonesia. Di Kota Darwin, yang jaraknya tidak sampai 1.000 km dari Pulau Timor tidak hanya terdapat pangkalan militer Australia, tetapi juga penempatan Marinir Amerika Serikat yang rutin melakukan latihan militer setiap tahunnya sejak tahun 2012 dan akan dijalankan terus-menerus hingga tahun 2040. Di tahun 2018, sekitar 1.500 marinir Amerika Serikat mendarat di Darwin untuk melakukan latihan bersama dengan militer Australia. Latihan militer yang melibatkan marinir harus diawasi ketat karena fungsi asasi marinir adalah pendaratan pantai (*naval landing*) sehingga skenario latihan perang yang dijalankan tidak akan jauh dari merebut pulau, respons cepat, atau serangan cepat pasukan komando ke titik strategis di wilayah pantai. Jika tujuannya adalah pertahanan daratan Australia, tentu yang

ditempatkan bukan marinir karena marinir memiliki fungsi asasi agresif. Untuk latihan bersama dengan militer Australia di tahun 2018, marinir Amerika Serikat membawa alutsista modern untuk respon cepat seperti pesawat angkut Osprey sebanyak 8 unit dan 6 meriam howitzer 155 mm M777.<sup>16</sup>

Hal ini menunjukkan adanya keseriusan bagi mereka untuk meningkatkan kemampuan tempur yang berskenario merebut daerah yang lebih dalam dari pantai melalui dukungan artileri atau pengerahan pasukan penerjun strategis. Hal yang perlu menjadi perhatian adalah niat Australia memiliki selusin armada kapal selam buatan Prancis *Barracuda-Class* dalam jangka 10-30 tahun kedepan.<sup>17</sup> Australia juga memiliki kapal platform helikopter (LHD) *Canberra-Class* yang dipercaya dapat mengakomodasi pesawat tempur canggih F-35 sejak tahun 2014, sama seperti kapal *helicopter destroyer* Izumo-Class milik Jepang. Hal ini menunjukkan Australia sedang berfokus pada peningkatan kemampuan ekspedisi jarak jauh dan dukung pendaratan pasukan amfibi yang harus diwaspadai Indonesia. Australia semakin terlihat ingin mengepung Indonesia dengan niatnya membangun dan memiliki pangkalan militer bersama (dengan Papua Nugini) di Pulau Manus, sebelah utara Papua Nugini. Gerak-gerik Australia dan Amerika Serikat

<sup>16</sup> "Record numbers of US Marines arrive in Darwin for six months of joint training", 2018, dalam <https://www.abc.net.au/news/2018-04-23/largest-ever-contingent-of-us-marines-arrive-in-darwin/9689326>, diakses pada 15 Januari 2019.

<sup>17</sup> <http://www.theguardian.com>.

tersebut harus diwaspadai Indonesia sehingga kapabilitas fungsi dukung Lantamal VII Kupang yang lokasinya paling dekat dengan konsentrasi pasukan Australia-Amerika Serikat di Darwin harus ditingkatkan.

Lantamal VII Kupang perlu ditingkatkan kemampuan dukungnya untuk menghadapi berbagai skenario ancaman keamanan. Selain memberi fungsi dukung kepada Guskamla Koarmada II, Lantamal VII Kupang harus diskenariokan mampu memberi fungsi dukung Guspurla Koarmada II dalam melakukan operasi peperangan laut yang mungkin terjadi antara Indonesia-Australia di masa depan. Lantamal VII Kupang juga harus memiliki aset KAL atau KRI yang lebih ideal yang mampu memberikan perlindungan dan fungsi pertahanan lebih baik untuk pangkalan, sesuai dengan karakter lautnya yang sulit untuk dinavigasikan kapal-kapal berukuran kecil dan berbahan fiber. Lantamal VII Kupang membutuhkan kapal berbahan besi dan berukuran minimal lebih dari 60 meter agar dapat bernavigasi secara aman di karakter laut yang bergelombang tinggi, berangin kencang, dan berarus kuat.

Penempatan radar laut/maritim di pantai-pantai atau perbukitan menghadap pantai di bagian selatan Pulau Timor, Rote, Sumbawa, Sumba, Flores, Sabu, Wetar, Alor, dan Pantar juga dibutuhkan untuk keperluan *persistence surveillance* (pengawasan terus-menerus) atas kapal-kapal yang melintas. Hingga saat ini, pengawasan

di Laut Timor, Sawu, dan Samudera Indonesia di gugusan kepulauan Nusa Tenggara masih mengandalkan dari radar KRI yang belum tentu mampu selama 24 jam memberikan tutupan radar, apakah karena harus dikerahkan ke wilayah lain yang menjadi prioritas, gangguan cuaca buruk, atau gelombang yang tidak aman untuk berlayar. Keberadaan Posal di titik tertentu untuk pengawasan laut cenderung kurang efektif karena jangkauan pengawasan yang terbatas (maksimal 6 mil) sedangkan kapal dapat berlayar di luar horizon mata telanjang. Hal ini menandakan keberadaan radar laut/maritim perlu menjadi prioritas, sangat baik jika dilengkapi juga dengan fasilitas *Vessel Monitoring System* (VMS) agar pengawasan pelayaran menjadi lebih mudah.

Jumlah KRI yang menjadi organik Lantamal VII juga harus ditingkatkan. Saat ini hanya KAL Weling dan Kembang yang ukurannya di bawah 60 meter yang dapat dioperasikan Lantamal VII Kupang, ditambah beberapa Sea Hunter dan Sea Rider untuk patroli keamanan laut. Dalam waktu dekat KRI Tongkol akan dapat dioperasikan dan membantu patroli dan keamanan pangkalan, namun menurut peneliti itu belum cukup. Lantamal VII Kupang membutuhkan beberapa kapal cepat rudal (setidaknya 12 unit, berukuran 40-60 meter, dan berbahan besi) sebagai aset pertahanan pangkalan, mengingat jarak sumber ancaman tradisional yang begitu dekat (Australia). Posal dan titik strategis di pesisir/perbukitan bagian selatan Pulau Timor juga perlu

mulai disiapkan pemetaannya untuk penempatan peluncur rudal anti-kapal berbasis darat untuk pertahanan pantai atau taktik *denial access*. Di selat-selat juga perlu dipasang sensor akustik untuk mendeteksi intrusi kapal selam musuh, utamanya di selat-selat yang menjadi jalur untuk menuju Lantamal VII Kupang.

**Gambar 6.** KRI Tongkol 813



Sumber: poskotanews.com,2012

**Gambar 7.** KAL Weling I-7-15



Sumber : duta.news, 2016

Terkait peningkatan kapabilitas dukung pangkalan, terdapat beberapa aspek penting yang harus dipenuhi. Berikut adalah pembahasannya:

1. Pertama adalah pasokan air bersih, apakah untuk kebutuhan minum maupun non-minum. Saat ini pengadaan air masih cukup sulit di Lantamal VII Kupang akibat minimnya muka air permukaan, karakter geografi dan curah

hujan yang rendah. Selain dari air tanah, Lantamal VII Kupang membutuhkan tambahan pasokan air yang bisa didapatkan dari proses desalinasi menggunakan energi matahari. Namun sangat baik jika pemerintah pusat melalui program infrastrukturnya membangun bendungan, embung, dan saluran air yang dapat mengalirkan air dari daerah banyak air ke daerah sulit air, khususnya ke Kota Kupang dan secara eksklusif untuk Lantamal VII Kupang. Jika Lantamal VII Kupang ingin dijadikan sebagai hub pertahanan-keamanan di wilayah Indonesia timur bagian selatan, kapasitas produksi air dan kemampuan pemenuhan kebutuhan air harus ditingkatkan. Jika saat ini kebutuhan air bersih untuk 304 personel selama sebulan adalah 1.498.720 liter, maka jika disesuaikan dengan DSP yang ideal yaitu 1.995 personel, maka dibutuhkan air sebanyak 9.835.350 liter hanya untuk kebutuhan personel di Lantamal VII Kupang. Ini belum termasuk kebutuhan air dari KAL dan KRI organik Lantamal yang diprediksikan akan meningkat, dan tentunya kebutuhan dari kapal-kapal lainnya yang akan melakukan lego jangkar di Lantamal VII Kupang. Artinya kemampuan pengadaan air bersih Lantamal VII Kupang harus ditingkatkan secara signifikan demi kemampuan dukung pangkalan yang lebih baik.

2. Kedua adalah personel. Sebelumnya dijelaskan bahwa Lantamal VII Kupang mengalami kekurangan personel yang besar yaitu hingga 1.691 personel. Pemenuhan jumlah personel sangat penting agar fungsi Lantamal berjalan lebih efektif. Artinya diperlukan banyak mutasi untuk dipindahtugaskan ke Lantamal VII Kupang atau dilakukannya rekrutmen prajurit. Peneliti memprediksi Lantamal VII Kupang akan menjadi pangkalan hub yang mengakomodasi banyak kapal perang di wilayah selatan sehingga kedepan bahkan membutuhkan lebih banyak personel dari sekedar 1.995 orang. Oleh karena itu, diperlukan studi yang lebih jauh mengenai bagaimana nantinya membuat perumahan/tempat tinggal baru untuk para prajurit, pemenuhan kebutuhan air, bahan makanan, dan energi untuk mengakomodasi personel yang semakin besar di masa depan.
3. Ketiga adalah bahan bakar. Kedepannya, Pertamina perlu dituntut untuk memiliki fasilitas pencadangan dan penyaluran bahan bakar yang lebih besar untuk mengikuti permintaan Lantamal VII Kupang. Lantamal juga kedepan akan membutuhkan bunker minyak sendiri agar proses pengisian bahan bakar kepada kapal yang bersandar menjadi lebih cepat karena tidak hanya mengandalkan Pertamina. Diharapkan di masa depan Blok

Masela dan Selaru yang posisinya tidak terlalu jauh dari Lantamal VII sudah dapat dieksploitasi untuk memendekkan rantai logistik pemenuhan bahan bakar. Lantamal VII Kupang juga harus mulai mengeksploitasi energi baru terbarukan sejak sekarang seperti tenaga surya tidak hanya untuk fasilitas desalinasi air bersih, tetapi juga untuk menerangi gedung, menyalakan AC, pompa air, dan kebutuhan rumah tinggal lainnya untuk menghemat kebutuhan bahan bakar. Hal ini karena Kupang adalah daerah yang sangat ideal untuk eksploitasi tenaga matahari.

4. Keempat adalah bahan makanan. “An army marches on its stomach” atau prajurit bergerak tergantung dari makanan yang ada di dalam perutnya. Artinya kelancaran jaringan logistik dari sentra penghasil pangan seperti Pulau Flores, Sumbawa, dan Sumba perlu ditingkatkan melalui fasilitas pelabuhan besar yang juga dioperasikannya kapal berukuran besar, pembangunan jalan raya dan jalan tol, pembangunan industri pengolahan makanan (pabrik makanan kaleng), pembangunan fasilitas irigasi, jaringan rel kereta api, dan lain sebagainya. Tentu pembangunan ini bukan ditanggung oleh Lantamal VII Kupang, tetapi harus dikoordinasikan dengan Pemerintah Pusat dan dijelaskan juga pentingnya rantai logistik di

- Kepulauan Nusa Tenggara bagi kelangsungan logistik Lantamal VII Kupang. Belum efisiennya rantai logistik di Nusa Tenggara diperkuat fakta bahwa relatif tingginya harga-harga dibandingkan di Pulau Jawa.
5. Kelima adalah fasilitas sandar kapal. Lantamal VII Kupang relatif belum memiliki fasilitas sandar yang luas sehingga perlu direncanakan kedepannya di mana lokasi ini harus dibangun. Perlu diingat bahwa tempat penambatan kapal harus cukup dalam karena kapal yang beroperasi di wilayah kerja Lantamal VII Kupang dan sekitarnya pasti berukuran besar agar lebih mampu melawan hambatan alam. Fasilitas ini juga harus ditutup menggunakan *sea wall* atau hambatan buatan lainnya untuk menghindari bahaya arus yang kuat yang dapat merusak atau menggeser kapal ke tempat yang tidak diinginkan.
  6. Keenam adalah fasilitas pemeliharaan dan perbaikan kapal (*fasharkan*). Hingga saat ini belum ada galangan kapal milik pemerintah maupun swasta di Kepulauan Nusa Tenggara sehingga kapal-kapal kesulitan melakukan perbaikan, terlebih *generaloverhaul*. *Fasharkan* berada sangat jauh di Surabaya, Batam, atau Jakarta sehingga menimbulkan inefisiensi waktu dan biaya. Artinya perlu dibangun *fasharkan* demi mendukung kapal-kapal angkatan laut, tentunya yang lokasinya tidak terlalu jauh dari Lantamal VII Kupang.
  7. Ketujuh adalah industri kapal. Industri kapal belum ada di Kepulauan Nusa Tenggara sehingga pengusaha kapal atau bahkan TNI AL harus memesan kapal dari galangan kapal yang berada jauh, seperti di Batam, Jakarta, Surabaya, atau luar negeri. Potensi pasar kapal di Nusa Tenggara sangat besar mengingat belum adanya persaingan dan kebutuhan mobilitas masyarakat yang tinggi akibat karakter geografi kepulauan. Perlu diingat bahwa Nusa Tenggara kaya dengan bahan mineral yang penting untuk pembuatan kapal seperti mangan dan besi sehingga kedepannya dapat memangkas biaya logistik yang besar jika harus impor atau mendatangkan dari pulau lain.
  8. Kedelapan adalah menyediakan lebih banyak fasilitas dan personel kesehatan bidang kesehatan ginjal dan kandung kemih. Air di wilayah Nusa Tenggara cenderung berkapur, terlebih di wilayah Kota Kupang. Oleh karena itu, untuk mengantisipasi gangguan kesehatan yang mungkin timbul akibat konsumsi air tanah yang berkadar kapur tinggi, Lantamal VII Kupang perlu menyediakan lebih banyak dokter di bidang kesehatan ginjal dan kandung kemih. Sangat baik jika Lantamal VII Kupang dapat memberi insentif tambahan agar prajurit yang bekerja di bawahnya dapat mengakses air minum yang lebih layak.

## **Persoalan Keamanan Maritim dan Strategi Peningkatan Kapabilitas Posal Labuan Bajo dalam Merespons Ancaman**

Ancaman keamanan maritim yang sering terjadi di Labuan Bajo adalah kecelakaan kapal. Selain itu, perlu diperhatikan juga kemungkinan munculnya serangan teroris mengingat lokasi Labuan Bajo ada di antara sel teroris di Bima dan Poso. Ketika Labuan Bajo semakin terkenal, tentu akan semakin menarik bagi teroris untuk menjadikannya target serangan. Pencemaran dan polusi laut juga mengancam kelestarian alam Labuan Bajo yang dapat dipicu oleh aktivitas kapal yang semakin tinggi di sana. Selain itu, pelabuhan yang semakin sibuk karena cukup banyak barang yang didatangkan dari luar, serta penduduk dan turis yang semakin banyak di daratan yang dapat menghasilkan banyak limbah gas, cair, dan padat. Wilayah Labuan Bajo juga sangat kering, bertopografi berbukit, dan sulit ditemukan muka air permukaan sehingga pengadaan air bersih menjadi lebih sulit.

Risiko terjadinya penyelundupan barang ilegal/tidak bercukai dan narkoba di Labuan Bajo juga sangat tinggi. Turis diprediksikan akan semakin meningkat, terlebih setelah terjadinya Gempa Lombok dan sebelumnya pernah terjadi gunung meletus di Bali sehingga Labuan Bajo nantinya akan semakin populer dan menjadi alternatif pilihan berwisata. Lonjakan turis di masa depan akan mendorong terjadinya penyelundupan barang seperti minuman keras, rokok ilegal (tidak bercukai), dan

tentunya narkoba. Labuan Bajo berada di tengah pusaran provinsi dengan catatan kasus narkoba yang buruk, yaitu Jawa Timur, Bali, dan Sulawesi Selatan sehingga hanya soal waktu kapan para bandar mulai beroperasi di Labuan Bajo. Keselamatan turis dari bahaya alam juga harus diperhatikan. Keselamatan turis dari bahaya seretan arus harus diwaspadai karena wilayah perairan Labuan Bajo memiliki arus bawah laut yang kuat dan berubah-ubah dalam tempo tertentu. Hal ini berisiko membuat kapal pengangkut turis maupun turis itu sendiri hanyut terbawa arus air.

Ancaman penculikan turis juga harus diwaspadai mengingat wilayah yang belum terawasi masih banyak akibat minimnya infrastruktur dan aparat keamanan. Agen intelijen asing juga sangat mungkin singgah dan beroperasi ke Labuan Bajo untuk melakukan pertukaran dan pengumpulan informasi, atau mungkin melakukan rekayasa sosial (*social engineering*) demi kepentingannya.

Berdasarkan persoalan tersebut peneliti menawarkan beberapa solusi, yaitu:

1. Membangun sistem *Vessel Monitoring System* (VMS) dan memasang radar laut di tempat yang ramai menjadi perlintasan kapal, dan dicurigai dapat menjadi tempat melakukan aktivitas kapal yang ilegal. VMS berperan untuk mencegah terjadinya kecelakaan kapal di wilayah perlintasan yang padat, sedangkan radar laut berfungsi

- untuk pengawasan wilayah terluar pulau dan memonitor aktivitas kapal yang keluar-masuk Labuan Bajo, serta mendeteksi aktivitas kapal yang mencurigakan. Hasil pengawasan dari VMS dan radar laut ini harus dapat di-*relay*-kan kepada semua institusi keamanan seperti TNI AL, Polisi Air, Bakamla, TNI AD, Dinas Perhubungan Laut, dan lain sebagainya sehingga terbentuk maritime *domain awareness* yang efektif. VMS ini juga termasuk layanan pemanduan pelayaran dan peta pelayaran yang dapat diakses oleh kapal yang memiliki *Automatic Identification System (AIS)*.
2. Pelabuhan barang dan turis di Labuan Bajo harus menerapkan ISPS Code. Hal ini untuk memastikan bahwa kapal, barang, dan manusia yang keluar-masuk pelabuhan Labuan Bajo sudah melewati standar keamanan yang tinggi dan mempersempit ruang gerak dilakukannya kejahatan maritim seperti penyelundupan dan terorisme.
  3. Aset intelijen maritim harus ditingkatkan, baik dari aspek personel maupun perlengkapan agar kemampuan mendeteksi rencana aksi terorisme (khususnya dari sel asal Bima dan Poso) dan penculikan dapat ditingkatkan, sekaligus agar mampu melakukan *counter-intelligence* terhadap intelijen asing.
  4. Posal harus segera ditingkatkan statusnya menjadi Lanal, berikut penyediaan fasilitas dan perlengkapannya untuk mendukung aktivitas angkatan laut yang lebih besar untuk keamanan maritim di Labuan Bajo. Tugas TNI AL di Labuan Bajo sangat banyak dan kompleks, dimulai dari mencegah penyelundupan, penculikan, terorisme, pencemaran, kecelakaan di laut, dan *counter-intelligence*. Posal Labuan Bajo saat ini sedang dikembangkan infrastruktur gedungnya agar dapat menjadi Lanal dan ini adalah hal yang sangat baik, namun perlu dipercepat. Perencanaan penetapan lokasi penempatan kapal patroli TNI AL juga harus segera dilakukan sebelum nantinya Labuan Bajo menjadi terlalu ramai dan TNI AL kesulitan untuk mendapatkan posisi yang ideal. Nantinya setelah Lanal Labuan Bajo selesai, perlu dilakukan penambahan aset kapal dan personel agar wilayah jangkauan TNI AL menjadi semakin efektif dan mampu menangkal ancaman keamanan maritim.
  5. Menggunakan Energi Baru Terbarukan (EBT) untuk Lanal Labuan Bajo. Kedepannya, persaingan untuk mendapatkan energi listrik dan air semakin besar di Labuan Bajo. Oleh karena itu Lanal Labuan Bajo harus segera mempersiapkan lokasi/ infrastruktur untuk penempatan panel surya yang energinya dapat

digunakan untuk keperluan listrik ringan seperti menyalakan TV di ruang rekreasi, penerangan di malam hari, menyalakan AC, dan lain sebagainya. Hal yang terpenting adalah menggunakan panel surya sebagai energi untuk mendesalinasi air laut/tanah untuk memasok kebutuhan air bersih Lanal. PDAM tidak dapat selalu diandalkan untuk menyalurkan air, terlebih nantinya akan semakin banyak gedung-gedung baru di Labuan Bajo untuk menampung turis, menandakan semakin tingginya persaingan mendapatkan air. Belum termasuk nantinya kapal-kapal dan personl TNI AL di Labuan Bajo akan semakin banyak sehingga rencana pengadaan listrik dan air bersih harus disiapkan.

6. Membangun pos-pos pengamatan TNI AL di bagian terluar pulau-pulau sekitar Labuan Bajo. Tujuannya adalah untuk meningkatkan presensi personel TNI AL untuk mengawasi dan merespon insiden yang terjadi secepatnya. Mengingat pulau-pulau di Labuan Bajo termasuk daerah terpencil, penyediaan energi di pos-pos tersebut memerlukan fasilitas energi terbarukan seperti panel surya yang dilengkapi baterai. Fungsinya adalah untuk mengurangi beban penggunaan *genset*. Energi dari panel surya cukup besar dalam memberikan energi untuk penerangan di malam hari, menyalakan TV di ruang rekreasi, AC

di ruang pengamatan dan rekreasi, dan kebutuhan lainnya. Tentunya peralatan listrik yang digunakan juga harus hemat energi. Terkait fasilitas yang harus menyala terus-menerus seperti penguat sinyal, radio komunikasi, komputer, pompa air, lampu penunjuk posisi/mercusuar, dan lain sebagainya tentu harus disuplai dari *genset* yang *output power*-nya lebih dapat diandalkan.

7. Meningkatkan kemampuan logistik Posal dan kedepannya Lanal. Tantangan kedepan Lanal Labuan Bajo adalah bagaimana melakukan pengadaan logistik di lokasi yang ramai dengan perlintasan kapal dan berjalur pelayaran sempit. Selain itu, strategi pemenuhan kebutuhan air bersih juga harus menjadi prioritas karena air cukup sulit diadakan Labuan Bajo akibat faktor alam. Lanal Labuan Bajo harus memiliki dermaga dengan lokasi ideal yang memudahkan pemasokan barang, dan sangat baik jika dimiliki sendiri fasilitas desalinasi air laut untuk membantu pengadaan air bersih. Terkait pemenuhan air bersih, tidak buruk juga jika Lanal Labuan Bajo memiliki kapal organik desalinasi air laut. Fungsinya adalah untuk memasok air bersih di pos-pos pengamatan yang berada di daerah terluar pulau-pulau di sekitar Labuan Bajo yang membutuhkan pengawasan keamanan dan keselamatan.

8. Memasang radar pendeteksi *drone* untuk mengawasi penggunaannya. *Drone* di belahan dunia lain dapat digunakan sebagai alat melakukan teror hingga spionase. Oleh karena itu, penggunaan *drone* khususnya oleh para turis harus diawasi secara ketat, apakah dengan menegakkan hukum penerbangan *drone* yang saat ini sudah ditetapkan Kementerian Perhubungan, mengisi surat perjanjian atau niat penggunaan *drone*, atau mengenakan pajak bagi pembawanya dan denda jika melanggar ketentuan hukum yang berlaku. Untuk itu dibutuhkan radar pendeteksi *drone*, khususnya di lokasi-lokasi yang bersifat terbatas dan terlarang seperti bandara atau fasilitas milik kepolisian dan militer (termasuk Bakamla).

### **Kondisi Sumberdaya dan Penyediaan Energi dan Air Di Provinsi Nusa Tenggara Timur**

Kebutuhan air bersih terus meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi, sehingga menjadikan air sebagai sumber daya yang paling penting di dunia. Integrasi antara pasokan air bersih dan energi bersih merupakan salah satu solusi dalam menghadapi perubahan iklim, menyebabkan dampak lingkungan yang merusak di seluruh dunia dengan yang paling berisiko adalah orang-orang di negara-negara berkembang terutama masyarakat yang terletak di sepanjang garis pantai. Seringkali desa-desa yang terletak di wilayah pantai memiliki akses

ke sejumlah besar air laut namun memiliki akses terbatas terhadap air bersih.

Lantamal VII Kupang merupakan salah satu Pangkalan Utama Angkatan Laut yang terletak di Perbatasan Wilayah Timur Indonesia yang terletak di daerah pesisir Kota Kupang yang memiliki akses terbatas air bersih, terutama untuk air minum. Karena dengan kandungan kapur yang tinggi pada sumber air tanah di Kota Kupang sehingga tidak memenuhi syarat sebagai air minum. Penyediaan air minum untuk personel Lantamal mempunyai peranan penting dalam meningkatkan kesehatan lingkungan dan personel untuk mendukung kinerja personel dalam mempertahankan keamanan Indonesia di Perbatasan.

### **Kebutuhan Air Lantamal VII Kupang**

Saat ini untuk memenuhi kebutuhan air di Lantamal VII Kupang disuplai dari 2 sumur bor yang telah dibangun pada Tahun 2008, yaitu sumur bor Kunheum dengan kapasitas debit air 8 Liter/detik yang berada di Kelurahan Bolok Kecamatan Kupang Barat dan dialirkan ke Markas Komando Lantamal VII untuk mendukung unsur KRI dan kebutuhan kantor. Sumur yang kedua adalah sumur Bor Lamakera dengan kapasitas debit air 5 Liter/detik yang berlokasi di Jl. Yos Sudarso, Kelurahan Namosain, Kecamatan Alak dan dialirkan ke komplek Yos Sudarso untuk mendukung kebutuhan personel Lantamal VII Kupang yang bermukim di Komplek TNI AL Osmok.

**Tabel 2.** Kebutuhan Air Bersih Lantamal VII Kupang

Personil	Jumlah	Asumsi Pemakaian (L)	Kebutuhan	
			(L/hari)	(m <sup>3</sup> /thn)
Perwira	478	40	19.120	19
Bintara	829	40	33.160	33
Tamtama	431	40	17.240	17
PNS	257	40	10.280	10
<b>Total</b>			79.800	80

Sumber: Diolah Peneliti, 2018

Perhitungan kebutuhan air bersih dan air minum di Markas Komando Lantamal VII Kupang, dihitung berdasarkan jumlah sesuai data sesuai pengisian (DSP). Adapun gambaran kebutuhan air bersih berdasarkan jumlah personel dapat dilihat pada Tabel 2.

Kebutuhan air bersih yang dialirkan ke Markas Komando Lantamal VII dari sumur Kunheum untuk mendukung unsur KRI dan kebutuhan kantor dapat mencukupi, akan tetapi kebutuhan air personeil di kompleks Yos Sudarso yang disuplai dari sumur Lamankera tidak mencukupi. Oleh karena itu untuk memenuhinya kebutuhan air bersih kompleks Yos Sudarso didukung dengan air dari PDAM setempat. Pelayanan PDAM setempat masih terbatas karena banyaknya permintaan dari masyarakat, kompleks Yos Sudarso disuplai air bersih satu kali dalam seminggu. Sehingga walaupun kebutuhan air bersih kompleks Yos Sudarso disuplai dari sumur dan PDAM, akan tetapi belum mencukupi kebutuhan personel.

Air yang berasal dari kedua sumur untuk memenuhi kebutuhan air bersih personel Lantamal VII Kupang tidak

digunakan untuk kebutuhan air minum karena kualitas air nya yang jelek, banyak mengandung zat kapur. Pemenuhan kebutuhan air minum personel disuplai dari pembelian air galon kemasan dengan harga Rp. 36.000/galon (19 L).

### **PLTS di Provinsi NTT**

Tenaga surya sebagai sumber daya alam yang merupakan energi potensial dan tersedia di seluruh Indonesia telah banyak dimanfaatkan untuk pembangkitan tenaga listrik melalui penerapan teknologi *photovoltaic* atau Pembangkit listrik tenaga surya. Nusa Tenggara Timur merupakan salah satu wilayah yang memiliki potensi tenaga surya yang baik. Sampai saat ini di NTT, telah dimanfaatkan untuk hunian masyarakat yang lokasinya didaerah pedalaman sehingga jaringan listrik PLN tidak bisa masuk. Selain itu, PLTS dapat dibangun juga diperkotaan atau bukan daerah terpencil yang sudah masuk jaringan listrik PLN dalam upaya konservasi energi. Secara garis besar jenis PLTS yang dibangun di wilayah NTT terbagi menjadi PLTS terpusat dan PLTS SHS (*Solar Home System*). Adapun beberapa wilayah NTT yang sudah terpasang PLTS dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Data Pembangunan Instalasi PLTS Terpusat di NTT oleh KESDM

No.	Kab.	Kec.	Desa	Kap. (kw)	Tahun
1	Timor Tengah Selatan	Nunkolo	Hoeneo	15	2015
2	Rote Ndao	Rote Ndao Barat	Lidor	15	2012
3	Belu	Io Kufeu	Ikan Tuan Beis	15	2012
4	Belu	Lasiolat	Fatulou	15	2012
5	Malaka	Malaka Tengah	Barene	15	2012
6	Kupang	Amarasi Barat	Erbaun	15	2013
7	Rote Ndao	Rote Barat Daya	Olelasin	15	2013
8	Sabu Raijua	Sabu liae	Dainao	15	2013
9	Timor Tengah Selatan	Kokbaun	Lotas	30	2013
10	Sumba Tengah	Mamboro	Ole Dewo, Ole Ate, Wellurey	50	2013
11	Kupang	Amfomang Timur	Netemnanu Utara	20	2014
12	Alor	Pureman	Langkuru	30	2014
13	Sabu Raijua	Liae	Mehona	15	2015
14	Sabu Raijua	Raijua	Landeunu/Ledeke	50	2015
15	Ngada	Aimere	Heawea	20	2015
16	Ende	Detukeli	Kanganara	15	2015
17	Alor	Pantar Barat Laut	Kayang	30	2015
18	Alor	Alor Selatan	Tamanapui	20	2015
19	Alor	Alor Selatan	Manmas	20	2015
20	Alor	Pantar Timur	Tereweng	30	2015
21	Rote Ndao	Landuleko	Daiama	75	2016
22	Alor	Pantar Tengah	Mauta	30	2016
23	Alor	Alor Timur Laut	Kenarimbala	15	2016
24	Alor	Pantar Tengah	Tude	30	2016
25	Alor	Alor Selatan	Kelasi Tengah	30	2016
26	Alor	Mataru	Lakatuli	15	2016
27	Alor	Alor Timur Laut	Pido	30	2016
28	Alor	Pantar Tengah	Tube	30	2016
29	Alor	Pantar Barat	Piringsina	20	2016
30	Alor	Alor Tengah Utara	Welai Selatan	15	2016
31	Alor	Alor Timur	Balemana	20	2016
32	Alor	Pantar Tengah	Bagang	20	2016

33	Rote Ndao	Rote Barat Daya	Mbokak	50	2016
34	Alor	Mataru	Mataru Selatan	50	2017
35	Alor	Alor Barat Daya	Tribur	75	2017
36	Alor	Alor Barat Laut	P. Buaya	100	2017
37	Manggarai Barat	Boleng	Pontianak (P. Longos)	150	2017
38	Sumba Barat	Tana Righu	Lolo Tana	20	2017
39		Tana Righu	Kalebu Ana Kaka	10	
40		Lamboya	Watu Karere	10	
41		Lamboya	Laboya Bawah	10	
42	Mangg Timur	Sambi Rampas	Ulung Baras	25	

Sumber: KESDM Provinsi NTT, 2018 (diolah).

Tabel 2. menyajikan sebaran PLTS terpusat di Wilayah provinsi NTT. Selain itu pemerintah juga telah memberikan bantuan PLTS jenis SHS diberbagai daerah terpencil untuk penerangan. Berdasarkan informasi dari Kementerian ESDM Provinsi NTT dari tahun 2007-2017 telah disalurkan

PLTS jenis SHS kepada masyarakat sebanyak 10.576 unit. Masyarakat di daerah Kota Kupang dan Kab. Kupang mendapatkan bantuan SHS sebanyak 473 dari total keseluruhan, dengan rincian tertera pada tabel 4 berikut:

**Tabel 4.** Data Penyaluran SHS di Kota Kupang dan Kab. Kupang Tahun 2007-2017

No.	Kecamatan	Kel./Desa	Jumlah (Unit)	Ket	Tahun
1	Kupang Tengah	Tanah Merah	30	ESDM	2008
2	Nekamese	Oenif	30	sda	2008
3	Fatuleu	Oelbifeno	23	sda	2008
4	Semau	Lifuleo	30	sda	2008
5	Sabu	Ledeae	30	sda	2008
6	Sabu Raijua	Ledum	25	sda	2008
7	Alak	Kuanheun	25	ESDM	2009
8	Maulafa	Sikumana	21	sda	2009
9		Bai Lu	25	sda	2009
				Penerangan	
10	Alak	Manutapen	40	Jalan Umum	2011
11	Amarasi Barat	Erbaun	38		2012
	Amfoang			PLTS SEHEN	
12	Barat	Fuames	52	15 wp	2015

	Amabi Oefeto			PLTS SEHEN	
13	Timur	Oemolo	54	20 wp	216
				PLTS SEHEN	
14	Fatuleu	Tuamanu	25	20 wp	2017
15	Fatuleu Barat	Tuakau	25		2017

Sumber: KESDM Provinsi NTT, 2018 (diolah).

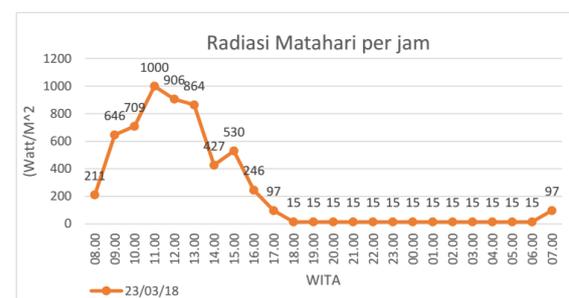
Selain itu, di Kupang telah dibangun PLTS Terbesar di Indonesia yang telah diresmikan oleh Presiden RI pada tahun 2015. Kapasitas PLTS tersebut sebesar 5 MWp yang berlokasi di desa Oelpuah, Kupang Tengah, NTT. PLTS tersebut dibangun oleh PT. Surya Energi Indotama (SEI) anak perusahaan dari PT. Len Persero. Pengoperasian PLTS tersebut juga sudah berjalan delapan Desember 2015 dan bahkan mampu melayani kebutuhan masyarakat di sekitarnya sampai 5.500 rumah tangga.

### Potensi PLTS di Kupang

Besarnya luaran energi sel surya yang dihasilkan dari PLTS dapat dipengaruhi oleh beberapa parameter lingkungan seperti radiasi matahari, suhu, kelembaban baik pada pagi, siang maupun sore hari. Berdasarkan penelitian Sinaga, R (2011), pada pagi, siang dan sore hari iluminasi radiasi sinar matahari berpengaruh terhadap luaran energi pada PLTS. Jika iluminasi bertambah 1 Lux maka luaran energi akan bertambah 0.001 Wh dengan asumsi suhu konstan. Pada siang hari Suhu berpengaruh terhadap luaran energi pada PLTS. Jika Suhu bertambah 1 derajat maka luaran energi PLTS akan bertambah 0.121 Wh dengan asumsi iluminasi radiasi

sinar matahari konstan. Pada pagi, siang maupun sore hari kelembaban tidak berpengaruh terhadap luaran energi pada PLTS (Rusman, 2011). Potensi energi surya di Kupang berdasarkan pengukuran Dirjen EBTKE tahun 2011, pada posisi 10°09'S dan 123°36'E memiliki radiasi rata-rata harian sebesar 5,12 kWh/m<sup>2</sup>. Radiasi matahari merupakan sumber yang sangat penting untuk menghasilkan besaran listrik oleh PLTS. Radiasi matahari menggambarkan energi yang tersedia dalam sinar matahari. Dari hasil pengolahan data pengukuran radiasi BMKG El-tari Kupang, diperoleh kondisi radiasi sinar matahari setiap jam di kota Kupang seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.

**Gambar 8.** Radiasi Matahari Setiap Jam Kota Kupang

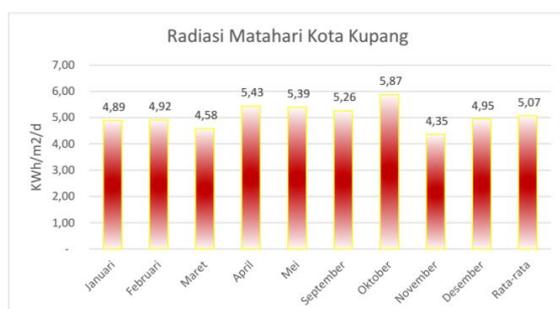


Sumber: Diolah peneliti dari data BMKG Eltari Kupang, 2018.

Gambar 8. menunjukkan bahwa lama penyinaran optimal matahari di kota Kupang yang dapat menghasilkan radiasi matahari berlangsung selama 6

jam. Radiasi matahari yang dipancarkan oleh matahari akan ditangkap oleh panel surya fotovoltaik dan kemudian diubah menjadi energi listrik. Besarnya energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya berbeda-beda tergantung dari jumlah sel surya yang dikombinasikan didalam panel surya tersebut. Keluaran dari panel surya ini adalah berupa listrik arus searah (DC) yang besar tegangan keluarannya tergantung dengan jumlah sel surya yang dipasang didalam panel surya dan banyaknya sinar matahari yang menyinari panel surya tersebut. Rata-rata radiasi matahari harian di Kota Kupang dapat dilihat pada Gambar 9.

**Gambar 9.** Radiasi Matahari Kota Kupang Tahun 2017



Sumber: Diolah Peneliti dari data BMKG Eltari Kupang, 2018.

Selain pengaruh besarnya radiasi, pengaruh lingkungan yang dapat berpengaruh terhadap energi keluaran yang tinggi dari sebuah modul surya yang akan dipasang adalah suhu. Perubahan temperatur yang sangat cepat dan ekstrim dapat menyebabkan terganggunya produksi listrik pada suatu Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Kenaikan suhu sel surya ini berpengaruh terhadap tegangan terbuka (*open-circuit voltage*) sebuah sel surya. Kondisi suhu udara di kota Kupang

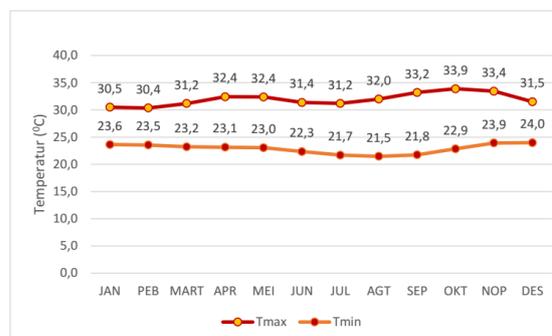
tergolong tinggi dan bervariasi antara 21-34°C dalam setahun sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 11. Pada Gambar 10 menunjukkan titik koordinat untuk pengambilan data Suhu dan Radiasi menggunakan Google Earth versi 7.1. pada posisi 10°11'03"S 123°40'06"E 972 m.

**Gambar 10.** Titik Kordinat Pengambilan Data



Sumber: Google Earth, 2018

**Gambar 11.** Kondisi Suhu rata-rata Kota Kupang per bulan selama 40 Tahun (1978-2017)



Sumber: Diolah Peneliti dari data BMKG Eltari Kupang, 2018.

Luaran sel surya juga dapat dipengaruhi oleh letak posisi penempatan modul sel surya terhadap bumi, modul surya harus dipasang dengan kemiringan tertentu dari permukaan horizontal. Dengan demikian penyerapan radiasi tersebar akan jauh lebih besar dari radiasi langsung.

## Model Desalinasi Air dengan dukungan PLTS

Kelurahan Sulamu merupakan salah satu desa yang terletak di Kecamatan Sulamu Kabupaten Kupang, yang secara geografis terletak pada  $10^{\circ}1'15''S$   $123^{\circ}36'0''E$ . Mayoritas warga kelurahan Desa Sulamu adalah berasal dari Islam suku Bajo yang merupakan suku bangsa Nusantara yang sering dikenal sebagai sebagai pelaut. Semenjak dahulu kala Suku Bajo kerap mengembara dengan perahu, sehingga populasi suku Bajo tersebar di wilayah pesisir Indonesia salah satunya adalah di Kelurahan Sulamu. Dikarenakan nenek moyang Suku Bajo adalah seorang pelaut maka di kelurahan tersebut mayoritas adalah seorang nelayan dan petani rumput laut.

Para nelayan di Kelurahan Sulamu, dikarenakan kekurangan biaya untuk melakukan aktivitas sebagai nelayan seperti untuk membeli bibit dan peralatan budidaya rumput laut, warga meminjam ke koperasi harian. Namun yang menjadi permasalahannya warga harus membayar cicilan tagihan hutang kepada koperasi harian walaupun belum panen sehingga sangat memberatkan dan merugikan para nelayan karena hasil budaya yang didapatkan tidak maksimal. Selain permasalahan dalam bertani rumput laut, sampah-sampah dari wilayah pesisir lain mencemari wilayah pesisir Sulamu sehingga dapat mengurangi jumlah panen rumput laut.

Permasalahan yang sering dikeluhkan oleh warga Selamu adalah

keterbatasan air bersih. Sumur Bor yang terdekat dengan Kelurahan Sulamu berada di kecamatan, namun air tersebut belum teralirkan ke daerah pesisir karena jarak yang jauh. Sehingga pemenuhan kebutuhan air bersih warga Sulamu disuplai oleh tangki dari kecamatan yang dikirim setiap hari, namun air tersebut tidak cukup untuk menyuplai warga yang berjumlah sekitar 440 KK. Jenis air yang dikonsumsi warga terbagi menjadi dua yaitu air yang digunakan untuk masak dan mandi yang dibeli dengan harga Rp.3.000/20 L dengan kualitas airnya tidak memenuhi sebagai air bersih karena merupakan air payau yang memiliki tingkat salinitas yang tinggi. Jenis air yang kedua adalah air minum yang disuplai dari pegunungan yang dibeli dengan harga Rp.25.000 untuk 1 gerobak yang berisi 10 jerigen atau sekitar 2500 per jerigen.

**Gambar 12.** Pengambilan Air Warga Kec. Sulamu untuk Memenuhi Kebutuhan Air



Sumber : Dokumentasi Peneliti, 2018.

**Gambar 13.** Kondisi Laut dan Pemenuhan Air di Pesisir Kel.Sulamu Kec.Sulamu Kab. NTT



Sumber : Dokumentasi Peneliti, 2018.

**Gambar 14.** Musyawarah Tim Peneliti dengan Warga Kel.Sulamu



Sumber: Dokumentasi Peneliti, 2018.

Beberapa solusi dalam menangani beberapa masalah di kelurahan Sulamu adalah sebagai berikut:

1. Perlu adanya penanganan lebih lanjut penanganan budidaya rumput laut seperti membuat turunan produk rumput laut seperti dodol rumput laut, keripik rumput laut dan sebagainya. Namun diperlukan pelatihan bagi masyarakat. Diperlukan juga penanganan sampah agar tidak merusak rumput laut seperti disediakan tempat sampah, dan lain-lain.
2. Diperlukan pembentukan kelompok nelayan untuk mengelola hasil laut dan mencegah dari aksi pihak lain yang dapat merugikan para nelayan.
3. Dibuat sistem pemompaan air yang dialirkan dari kecamatan ke kelurahan Sulamu pesisir dengan sistem bantuan tenaga surya sebagai sumber listrik.
4. Diperlukan pembuatan sumur baru, namun karena kualitas air tanah yang dihasilkan merupakan air payau maka diperlukan teknologi pengolahan air agar air payau dapat diubah menjadi air siap minum seperti menggunakan sistem *desalination water*.

## Desain PV-Desalination System yang ditawarkan akan dibangun di Kupang

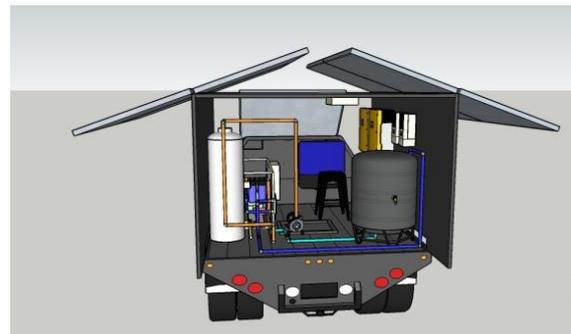
Adapun gambar desain *desalination water* menggunakan PV dapat dilihat pada Gambar 15. berikut:

**Gambar 15.** Desain PV-Desalination System

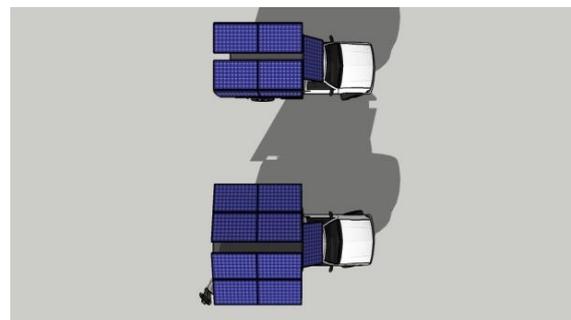
Ket.: (a) desain tampak samping, (b) desain tampak belakang, (c) desain tampak atas, dan (d) desain tampak depan



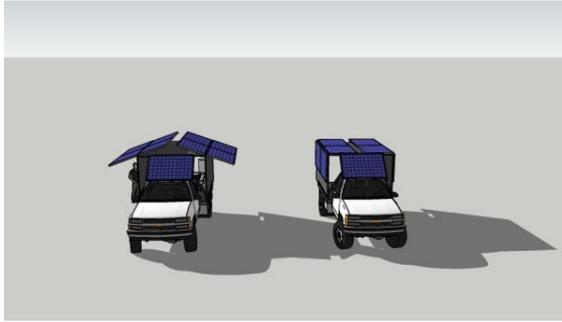
(a)



(b)



(c)



(d)

Sumber : Desain Peneliti, 2018.

Pengolahan air yang dilakukan adalah menggunakan teknologi *reverse osmosis* dengan bantuan supply energi listrik dari *Photovoltaic*. Energi listrik yang dihasilkan dari PLTS juga dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan *supply* jaringan listrik setempat, sehingga sistem ini cocok untuk diterapkan di daerah yang tidak terjangkau oleh listrik asalkan selama ada air payau atau air laut. Salah satu keuntungan menggunakan sistem ini adalah dapat mengurangi emisi CO<sub>2</sub> dan dapat menghemat biaya perawatan lingkungan. Adapun jenis PV yang dipakai adalah berukuran 215 watt berjumlah 9 buah, *control charger* jenis SMA Sunny Island Charger 50 berjumlah 1 buah, inverter jenis sunny island 2224 berjumlah 1 buah, dan baterai jenis sunny island 6.0 H berjumlah 2 buah.

## Kesimpulan

1. Kebutuhan air bersih rata-rata saat ini untuk Lantamal VII Kupang adalah 79.800 L/hari.
2. Kualitas sumber air yang ada termasuk kategori buruk. Sumber air yang digunakan untuk memenuhi

kebutuhan air di Lantamal VII Kupang disuplai dari 2 sumur bor, yakni sumur bor Kunheum dengan kapasitas debit air 8 Liter/detik dan sumur Bor Lamakera dengan kapasitas debit air 5 Liter/detik. Air yang berasal dari kedua sumur bor tersebut tidak digunakan untuk diminum karena kualitasnya yang buruk, sehingga para personel di Lantamal VII Kupang membeli air galon kemasan.

3. *Supply* listrik di Lantamal VII Kupang sampai saat ini menunjukkan bahwa pemakaian daya Lantamal VII Kupang pada tahun 2017 sebesar 95.578 kWh/bulan dan dipenuhi oleh Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) setempat. Disamping menggunakan listrik dari PLTD, Lantamal VII Kupang memiliki Genset 550 KVA sebagai cadangan untuk pemenuhan kebutuhan listrik yang bahan bakarnya dari energi fosil juga.
4. NTT merupakan salah satu provinsi yang memiliki potensi energi surya yang cukup besar yakni 5,12 kWh/m<sup>2</sup>/hari. Sehingga di NTT juga sudah diterapkan PLTS dengan kapasitas 5 MWp yang berlokasi di desa Oelpuah, Kupang Tengah, NTT. PLTS tersebut dibangun oleh PT. Surya Energi Indotama (SEI) anak perusahaan dari PT. Len Persero.
5. Solusi yang ditawarkan melihat potensi energi surya yang ada, adalah pemanfaatan energi surya

untuk pengolahan air payau dan atau air laut menjadi air bersih dengan cara penerapan teknologi desalinasi dengan proses reverse osmosis. Sistem tersebut dinamakan *PV-Desalination System*. Penggunaan energi surya ini juga menjadi salah satu cara untuk mengurangi ketergantungan akan energi fosil, serta termasuk teknologi yang ramah lingkungan sehingga dapat mengurangi emisi gas rumah kaca.

## Daftar Pustaka

### Buku

Hadiwijoyo, Suryo. S. 2009. *Batas Wilayah Negara Indonesia: Dimensi, Permasalahan, dan Strategi Penanganan*. Yogyakarta: Gava Media.

Batubara, Harmen. 2017. *Batas Laut Profil Perbatasan Indonesia*. Jakarta: wilayahperbatasan.com.

### Jurnal

Hanna, N dan Hadi W. 2016. "Kelayakan Teknologi Desalinasi Sebagai Alternatif Penyediaan Air Minum Kota Surabaya (Studi Kasus: 50 Liter per detik)". *Jurnal Teknik ITS*. Volume 5, Nomor 2.

Widayat, Wahyu. 2007. "Aplikasi Teknologi Air Asin Desa Tarupa Kecamatan Taka Bonerate Kabupaten Selayar". *Jurnal Aplikasi Teknologi BPPT*. Volume 3. Nomor 1.

### Website

ABC.net. 2018, "Record numbers of US Marines arrive in Darwin for six months of joint training", dalam <https://www.abc.net.au/news/2018-04-23/largest-ever-contingent-of-us-marines-arrive-in-darwin/9689326>, diakses pada 15 Januari 2019.

Elvi, R, *Bappeda Manggarai Barat: Kami Kekurangan Air Minum*, dalam <http://rilis.id/bappeda-manggarai-barat-kami-kekurangan-air-minum.html>, diakses pada 18 Juni 2018.

ESDM, "Peluang Investasi Efisiensi Energi Masih Cukup Besar", dalam <http://ebtke.esdm.go.id/post/2018/03/01/1899/peluang.investasi.efisiensi.energi.masih.cukup.besar>, diakses pada 20 Juli 2018.

Lantamal VII Kupang, "Visi dan Misi", dalam <http://lantamal7.koarmatim.tnial.mil.id/Profil/VisidanMisi.aspx>, diakses pada 10 Agustus 2018.

Rahmawati, Wahyu, "PLN antisipasi kelistrikan Labuan Bajo jelang pertemuan tahunan IMF-World Bank", dalam <https://industri.kontan.co.id/news/pln-antisipasi-kelistrikan-labuan-bajo-jelang-pertemuan-tahunan-imf-world-bank>, diakses pada 18 Juni 2018.

### Lain-lain

Lantamal VII Kupang, "Materi Paparan Komandan Lantamal VII Kupang dalam Rangka Studi Strategis dalam Negeri PPRA LVI Tahun 2017 Lemhannas RI", pada Juli 2017.