

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Sistem kelistrikan kapal merupakan salah satu sumber daya penting yang dibutuhkan dalam menunjang kinerja pengoperasian kapal [1]. Secara umum, sistem kelistrikan kapal patroli menggunakan 3 fasa karena kebutuhan listrik yang tinggi. Penggunaan energi listrik pada kapal tidak selalu stabil, namun sangat dipengaruhi oleh intensitas kegiatan operasional. Sistem kelistrikan tiga fasa ini banyak diterapkan di kapal karena efisiensinya yang tinggi dalam mentransmisikan daya dan dapat mendukung beban listrik besar, seperti motor induksi. Sistem ini juga dapat mengalami gangguan jika terdapat ketidakseimbangan beban antar fasa yang bisa mengakibatkan kerusakan pada sistem distribusi dan kontrol.

Pada kondisi beban maksimum, seperti saat kapal beroperasi pada puncaknya, tingkat konsumsi arus listrik akan lebih tinggi dibandingkan saat kapal dalam mode siaga atau aktivitas terbatas. Hal ini didukung oleh peneliti Despa, Nama, Muhammad & Septiana (2022) [2], yang menunjukkan adanya perbedaan signifikan dalam pengukuran arus pada fasa R di tiga kondisi yang berbeda: *Pre-COVID-19*, *Work From Home (WFH)*, dan *New Normal*. Selama periode WFH, penurunan arus mencapai 90%, sedangkan pada fasa *New Normal*, nilai arus hanya sekitar 40–50% dari keadaan normal sebelum pandemi. Fakta ini menunjukkan bahwa pengawasan konsumsi energi sangat penting untuk memahami pergeseran kebutuhan daya sesuai dengan pola operasi kapal.

Berdasarkan dari hasil wawancara, kapal patroli di Pangkalan Sarana Operasi Bea dan Cukai Tipe A Tanjung Balai Karimun (PANGSAROP TBK), menggunakan kelistrikan 3 fasa sebagai keutamaan dalam pengoprasian kapal patroli dengan berbagai *monitoring* yang digunakan seperti *synchronizing*, *alarm monitoring*, *insulation monitoring*, *earth lamp test*, *monitoring Line-to-Line (L-L)* dan beberapa *monitoring* lainnya. Pada pemantauan listrik *Line-to-Neutral (L-N)*, saat ini masih dilakukan secara manual menggunakan alat pengukuran digital, seperti *multimeter*, *clamp meter* dan alat pengukuran yang diperlukan. Hal ini, tentunya perlu memerlukan waktu lama dan ketelitian yang tinggi, jika pemantauan dilakukan secara manual [3]. Oleh karena itu, pemantauan listrik pada *Line-to-*

*Neutral* perlu digunakan dengan memanfaatkan teknologi IoT untuk memantau parameter listrik, seperti nilai tegangan pada masing-masing fasa terhadap netral, arus per-fasa dan segitiga daya, yang dimana segitiga daya terdiri dari daya aktif yang digunakan, daya reaktif, serta daya yang diperlukan untuk menyuplai beban listrik dari generator atau disebut sebagai daya semu. Pemantauan IoT dalam monitoring di kelistrikan kapal dapat mengetahui adanya ketidakseimbangan beban pada antar fase, *overcurrent*, dan mencegah sebelum terjadinya *overload* dengan memantau kondisi parameter listrik secara *real-time*. Hal ini dapat mempermudah crew kapal, teknisi listrik, serta Kepala Seksi Teknik dan Pemeliharaan Kapal (PK).

Pengawasan berkelanjutan terhadap parameter listrik seperti arus, tegangan, dan daya memungkinkan deteksi awal terhadap keadaan *abnormal* pada sistem kelistrikan. Putra, F. Faizah, dan A. Musadek (2022) [4] menyebutkan bahwa, *overload* bisa terjadi apabila pembebanan motor tidak dilaksanakan secara rutin, salah satunya disebabkan oleh kegagalan salah satu *output inverter* berfungsi otomatis akibat frekuensi dan (*Revolution Per Minute*) RPM yang tidak mencapai nilai ideal.

Dalam mengoptimalkan pemantauan dan pengendalian sistem kelistrikan, pemanfaatan teknologi *Internet of Things* (IoT) seperti *ThingSpeak* dapat digunakan untuk membaca, menganalisis dan menampilkan parameter listrik. Contohnya, saat *set point* di *ThingSpeak* diatur ke posisi *off*, sistem akan menunjukkan *Revolutions Per Minute* (RPM) motor sebesar 0 baik di aplikasi maupun pada *LCD Display*. Sebaliknya, ketika *set point* ditingkatkan, sensor akan mengidentifikasi perubahan dan menunjukkan nilai RPM yang relevan secara langsung [5].

Penerapan teknologi IoT dalam pemantauan kebutuhan daya listrik kapal patroli sangat diperlukan, karena mempermudah upaya pengoperasian kapal dalam pemeliharaan kapal. Data yang dideteksi melalui sensor ZMPT101B dan SCT-013 akan dikirim ke *cloud ThingSpeak*. Teknologi ini dapat diakses bagi pengguna yang akan melakukan pemantauan dalam pemakaian listrik kapal patroli, yang dimana data tersebut akan dikumpulkan, serta dianalisis untuk mengetahui kebutuhan yang digunakan pada saat kapal berlayar. Apabila parameter fisisnya tidak sesuai dengan verifikasi ESP32, maka hasil data dari pemantauan tidak tersimpan [6]. Namun, ada tantangan yang dihadapi dalam mengimplementasikan sistem *monitoring*

kelistrikan. Permasalahan utama pada keamanan privasi pengguna yang bersifat sensitif. Hal ini dapat disalah gunakan dalam beberapa oknum yang tidak bertanggung jawab untuk melacak kegiatan yang dilakukan oleh pengguna tersebut [7]. Oleh sebab itu, diperlukan perancangan sistem yang terintegrasi dan sesuai dengan keadaan operasional kapal. Dengan menerapkan pemantauan kelistrikan berbasis IoT menjadi langkah yang dapat mempermudah dalam memantau parameter listrik secara otomatis, terutama pada kapal patroli Bea cukai, demi mendukung keandalan dan keselamatan sistem kelistrikan selama operasional kapal.

## **B. Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah di uraikan diatas, maka penulis berfokus pada masalah utama yang akan diteliti, yaitu pemantauan parameter listrik pada kapal patroli Bea Cukai masih dilakukan secara manual menggunakan alat pengukuran digital.

## **C. Batasan Penelitian**

Batasan masalah ini bertujuan untuk menghindari keluasan pembahasan yang berlebihan agar dapat dilakukan secara tepat dan mendalam sesuai dengan bidang keilmuan yang dikuasai oleh peneliti. Berikut beberapa batasan masalah pada penelitian ini :

1. Penelitian ini hanya berfokus ruang lingkup jaringan kelistrikan kapal yang berkaitan dengan kebutuhan operasional, tanpa menambahkan atau memperluas pengembangan sistem kontrol atau peringatan terkait pemantauan parameter listrik maupun pengujian *monitoring* yang telah tersedia di kapal patroli.
2. Penelitian ini hanya membahas beberapa parameter kelistrikan yaitu arus, tegangan, dan segitiga daya yang dikonsumsi pada kapal.
3. Penelitian ini hanya mengukur tegangan fasa ke netral (*line-to-neutral*).
4. Penelitian ini hanya berfokus pada generator utama yang digunakan.
5. Pemantauan parameter kelistrikan dilakukan secara berkala menggunakan sistem *Internet of Things* (IoT) melalui *platform ThingSpeak*.
6. Penelitian ini hanya menguji keandalan IoT pada uji keseluruhan sistem.

#### **D. Tujuan Penelitian**

Tujuan mendasar penelitian ini ialah merancang bangun sistem pemantauan kelistrikan per-fase pada *feeder* panel 220V berbasis mikrokontroler ESP32 dengan menghubungkan sensor tegangan ZMPT101B dan sensor arus SCT-013 yang diintegrasikan pada teknologi IoT *ThingSpeak* dalam memantau parameter listrik pada kapal patroli Pangkalan Sarana Operasi Bea dan Cukai Tipe A Tanjung Balai Karimun (PANGSAROP TBK). Selain itu, menganalisis kestabilan tegangan, adanya ketidakseimbangan beban, dan nilai segitiga daya pada saat pengukuran.

#### **E. Manfaat Penelitian**

Manfaat pada penelitian ini berguna untuk membantu meringankan dan mempermudah kinerja teknisi dalam memantau parameter kelistrikan kapal secara *real time* dalam pola penggunaan kebutuhan daya yang digunakan. Selain itu, penelitian ini berguna dalam mengetahui adanya ketidakseimbangan beban antar fasa, *overcurrent* yang menyebabkan potensi *overload*, namun tidak menambahkan kontrol dan peringatan dari IoT atau alat monitoring yang dirancang.