

## **BAB 3**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Metode dan Desain Penelitian**

Dalam penelitian ini rancang bangun *Ferrocement autonomous buoy system* dilakukan dengan beberapa metode diperkuat dengan model metode lainnya di beberapa tahap yaitu menggunakan metode Kuantitatif Eksperimen sebagai kerangka utama dalam mengkonfirmasi beberapa pertanyaan penelitian.

##### **3.1.1 Metode Penelitian**

###### **3.1.1.1 Metode Kuantitatif Eksperimen**

Penelitian kuantitatif bertujuan untuk menjelaskan, meringkaskan berbagai kondisi, berbagai situasi, atau berbagai variabel yang timbul di masyarakat yang menjadi obyek penelitian itu berdasarkan apa yang terjadi (Bungin, 2005). Penelitian ini juga menggunakan metode eksperimen. Penelitian eksperimen diartikan sebagai metode penelitian kuantitatif yang paling komprehensif, yaitu memenuhi semua persyaratan untuk menguji kausalitas. Sugiyono (2012:107) menjelaskan bahwa metode penelitian eksperimen merupakan metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendali.

Menurut Sukardi (2013: 182-183) menjelaskan bahwa metode penelitian eksperimen dilakukan dengan beberapa langkah sebagai berikut:

- a) Melakukan kajian secara induktif yang berkaitan erat dengan permasalahan yang hendak dipecahkan,
- b) Mengidentifikasi permasalahan,
- c) Melakukan studi literatur dari beberapa sumber yang relevan, memformulasikan hipotesis penelitian, menentukan definisi operasional dan variabel,
- d) Membuat rencana penelitian,

- e) Melakukan eksperimen,
- f) Mengumpulkan data kasar dari proses eksperimen,
- g) Mengorganisasi dan mendeskripsikan data sesuai dengan variabel yang telah ditentukan,
- h) Melakukan analisis data dengan teknik statistika yang relevan,
- i) Membuat laporan penelitian eksperimen.

Dalam menjalankan metode penelitian kuantitatif eksperimen ini, peneliti melakukan gabungan antara metode kuantitatif dengan salah satu metode dalam dunia *engineering* yaitu metode eksperimen. Penelitian dilakukan secara kuantitatif untuk pengumpulan data dari hasil *interview* secara tertutup terhadap para user, pakar, dan regulator dalam menyusun requirement FECABS. *Interview* terhadap subjek penelitian dilakukan kepada para pakar dan para *end user* yang ahli dan relevan dengan permasalahan penelitian sehingga dari hasil *interview* dengan beberapa narasumber yang relevan didapatkan berbagai kebutuhan untuk *mission/design requirement* dari FECABS. Peneliti melakukan *interview* terhadap subjek penelitian dengan *interview* secara terstruktur dan secara kuantitatif dengan menggunakan skala likert dan semantik *differential*. Dalam penelitian ini juga dikumpulkan data melalui berbagai diskusi melalui FGD dan RTD dengan mempertimbangkan masukan masing-masing narasumber. Sementara itu penelitian ini juga dilakukan dengan studi literatur, dokumen dan pengamatan.

Penelitian eksperimen ini dilakukan dengan menggunakan kerangka yang berstandar yaitu metode V-diagram yaitu diawali dengan membuat *Design & mission requirement* dalam rancang bangun FECABS. Setelah didapatkan *design requirement*, maka peneliti men-*design* FECABS sesuai alur metode Dieter dan Schimdt mulai dari desain konseptual (*conceptual design*), desain perwujudan (*embodiment design*) dan desain detail (*detail design*). Setelah proses *design* selesai, peneliti melanjutkan ke fase pembangunan FECABS dengan mengacu metode FAO untuk pembangunan *ferrocement boat* yang diadopsi untuk membangun *buoy*.

Setelah FECABS selesai dibangun, sesuai V-diagram maka peneliti harus memvalidasi FECABS sesuai *requirement* yang telah dibuat dengan melakukan *testing* atau pengujian sesuai standar BKI (Badan Klasifikasi Indonesia) apabila telah tersedia dan lembaga terstandar lainnya. Sehingga FECABS akan tervalidasi sesuai pengujian yang tersedia dan mendapatkan sertifikasi layak operasional. Dalam melakukan penelitian dengan metode eksperimen didalam dunia *engineering* adalah membandingkan hasil perhitungan di fase *design* FECABS dengan hasil uji coba *prototype* FECABS.

### **3.1.2 Desain Penelitian**

Desain penelitian merupakan sistem teknologi, pembangunan dan pengujian terhadap rancang bangun FECABS. Penelitian dalam disertasi ini dilaksanakan dengan paradigma positivis dimana peneliti merupakan entitas yang terpisah dari obyek penelitian. Paradigma positivis memungkinkan peneliti untuk melakukan eksplorasi terhadap fakta maupun fenomena yang diteliti tanpa menimbulkan intervensi terhadap kondisi alami *Rancang Bangun Ferrocement Autonomous Buoy System Untuk Static Unmanned Maritime Border Patrol Guna Meningkatkan Stabilitas Keamanan Maritim Dalam Rangka Menjaga Kedaulatan Negara*. Penelitian ini sangat perlu untuk mengadopsi paradigma positivis untuk dapat melakukan pengamatan, pengumpulan, pengolahan dan analisis data secara obyektif untuk membahas temuan atas pertanyaan penelitian yang telah diformulasikan pada Bab 1.

#### **3.1.2.1 Obyek Penelitian**

Obyek penelitian merupakan pokok perhatian yang menjadi sasaran untuk dapat digunakan dalam rangka menjawab pertanyaan penelitian (Sugiyono, 2009). Sesuai dengan pemahaman tersebut, obyek penelitian ini adalah *Rancang Bangun Ferrocement Autonomous Buoy System yang berkolerasi dengan Kedaulatan Negara*.

### 3.1.2.2 Subyek Penelitian

Untuk melaksanakan analisis terhadap dokumen dan organisasi.

#### A. Unit analisis individu

- a. Operator :
  1. Dr. Anwarudin ST., MT. (KPLP),
  2. Capt. Ramadhan H. Harahap, MM. (KPLP),
  3. Rois Ali (PAUR TEKKOM BAGOPSNAL KORPOLAIRUD),
  4. Kolonel BAKAMLA Jan Lucky Boy Siburian (KA KPIML BAKAMLA RI).
- b. Regulator :
  1. Laksamana Muda TNI Didik Setiyono, S.E., M.M (ASOP KASAL TNI AL),
  2. Laksamana Muda TNI Muhammad Ali, S.E., M.M (ASRENA TNI AL),
  3. Laksamana Muda S. Iriawan, M.M. (SESTAMA BAKAMLA RI, *End User*),
  4. Laksamana Pertama Samuel H. Kowaas, M.Sc. (Direktur Kebijakan Keamanan Laut BAKAMLA)
  5. Kombes. Pol. Drs. Tubuh Musareh (KABAGOPSNAL KORPOLAIRUD),
  6. Ir. Ahmad, M.MTr, QIA, CFr.A (KETUA KPLP),
  7. Laksma TNI Sri Yanto, S.T. (Dirtekindhan KEMHAN, Pemangku Kebijakan),
  8. Marsma Ir. Oki Yanuar, S.T. (KAPUSLITBANG IPTEKHAN BALITBANG KEMHAN, Pemangku Kebijakan Litbang),
  9. Ir. Teguh Haryono, S.T., MBA., IPU (Staf Ahli KKIP, Pemangku Kebijakan Industri Pertahanan)
- c. Pakar :
  1. Ir. Anshori Djausal, M.T. (Pakar *Ferrocement*),

2. Budi Suchaeri (Pakar Perkapalan dan *Ferrocement*),
  3. Dr. Ir. Andrian Andaya L., M.Sc., SMIEEE (Pakar Radar),
  4. Ir. Beno Kunto Pradekso, Msc. EE (Praktisi Radar, Pakar Sensor dan Kesisteman),
  5. Dr. Kaharuddin Djenod M.Eng (Pakar UUV),
  6. Oktanto Dedi Winarko (Kepala Riset PT. Solusi 247).
- d. Akademisi :
1. Dr. Ir. Jupriyanto, S.T., M.T., CIQaR., IPU (Pakar UAV, UNHAN)
  2. Murdjito, Msc.Eng (Pakar Perkapalan dan Bangunan Laut, ITS)
  3. Dr. Ir. Endang Widjiati, M.Eng.Sc. (Pakar Sensor Bawah Laut, BPPT)
  4. Dr.-Ing. Ir. Setyo Nugroho (Pakar Teknik Transportasi Laut, ITS)
- B. Unit analisis wilayah  
 Jakarta (Mabes TNI AL, Mabes Badan Keamanan Laut, PT 247 Solutions dan UI) Bogor (Universitas Pertahanan RI) dan Tangerang (PT Wahana Indra Sentosa)

### 3.1.2.3 Output Penelitian

Adapun Output dari penelitian:

- a) Terpenuhinya konfigurasi FECABS untuk melihat potensi ancaman di atas permukaan laut dan di bawah permukaan laut.
- b) Tersusunnya prosedur pembuatan rancang bangun sistem teknologi FECABS dari beberapa metode yang sudah baku.
- c) Terbangun *prototype* FECABS.

### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di beberapa lokasi yaitu Jakarta (Mabes TNI AL, Mabes Badan Keamanan Laut, Korps Kepolisian Perairan dan Udara, Kesatuan Penjagaan Laut dan Pantai, PT 247 Solutions dan UI), Bogor (Universitas Pertahanan) sebagai tempat peneliti dalam pengumpulan data berupa data kuantitatif dari *interview* yang disampaikan kepada narasumber yang relevan dengan penelitian dan Tangerang (PT. Wahana Indra Sentosa) sebagai tempat FECABS dibangun mulai dari tahap perencanaan, pembangunan dan pengujian. Pengujian juga dilakukan di Badan Klasifikasi Indonesia (BKI) sesuai standar di pantai atau laut dangkal terdekat. Peneliti juga merancang waktu penelitian dengan menyesuaikan waktu administrasi yang ditetapkan oleh Universitas Pertahanan. Berikut peneliti sajikan waktu penelitian yang ada di bawah ini.

**Tabel 3.1 Waktu Penelitian**

NO	KEGIATAN	BULAN(2020-2021)																		2022
		Sep	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des	Jan		
1	Persiapan Penelitian																			
2	Literature Review																			
3	Proposal Disertasi																			
4	Ujian Proposal																			
5	Pengembangan Model Awal																			
6	Desain <i>prototype</i> FECABS/																			
7	Pembangunan <i>prototype</i>																			
8	Payload																			
9	Testing / analisis																			
10	Laporan																			
11	Konsultasi dan bimbingan																			
12	Ujian Disertasi																			
13	Revisi Koreksi																			
14	Pengumpulan Disertasi																			

Sumber: diolah oleh peneliti

### **3.3 Teknik Pengumpulan Data**

#### **3.3.1 Literature Review**

*Literature Review* telah dilaksanakan terhadap dokumen, artikel ilmiah, disertasi, *conference paper*, buku, berita elektronik, arsip TNI AL (klasifikasi terbuka), berita majalah, dan laporan penelitian dalam literatur maupun infrastruktur *unmanned system*. Kegiatan *literature review* tersebut telah menghasilkan pemahaman umum tentang teori-teori yang relevan dengan kepentingan nasional, sistem pertahanan negara di laut, operasionalisasi *unmanned system*, infrastruktur yang dibutuhkan untuk mendukung operasionalisasi *unmanned system* serta *Ferrocement Autonomous Buoy System*. Teori-teori tersebut telah disintesis untuk menghasilkan pemahaman tentang struktur teori sistem pertahanan negara di laut serta kedaulatan dan keamanan maritim.

#### **3.3.2 Focus Group Discussion (FGD)**

Menurut Hennink, Hutter, & Bailey dalam Hennink (2014, p. 1), FGD adalah, “diskusi interaktif antara enam hingga delapan peserta yang dipilih sebelumnya, dipimpin oleh seorang moderator yang terlatih dan berfokus pada serangkaian masalah tertentu. Tujuan dari diskusi kelompok terarah adalah untuk memperoleh pandangan yang luas tentang topik penelitian selama 60 atau 90 menit, dan untuk menciptakan lingkungan di mana peserta merasa nyaman untuk mengekspresikan pandangan mereka”. FGD juga dapat difungsikan sebagai wawancara dalam kelompok fokus. Creswell (2012, p. 218) menjelaskan wawancara dalam kelompok fokus sebagai “pengumpulan data melalui wawancara dengan sekelompok orang, biasanya empat hingga enam orang”. Peneliti, sebagai moderator, mengajukan pertanyaan umum dan mengundang semua peserta diskusi untuk menyampaikan tanggapan secara bebas dan terbuka, dan memberikan kesempatan kepada semua peserta diskusi untuk saling “berdebat”. Diskusi kelompok terfokus ini sangat menguntungkan, karena ketika terjadi interaksi diantara peserta diskusi dapat menghasilkan

informasi terbaik. FGD ini juga lebih bermanfaat, jika waktu untuk mengumpulkan informasi terbatas dan nara sumber sebagai individu ragu-ragu dalam memberikan informasi. Melalui FGD, peneliti bisa mengumpulkan informasi dari banyak nara sumber dalam waktu yang relatif singkat. Di samping itu, melalui diskusi kelompok, individu nara sumber yang sebelumnya ragu-ragu dalam memberikan informasi, bisa menyampaikan pendapatnya secara lebih terbuka, karena banyak peserta diskusi adalah kolega yang bersangkutan.

### **3.3.3 Round Table Discussion (RTD)**

*Round Table Discussion* (RTD) merupakan diskusi akademik dengan pembicara yang mengemukakan topik diskusi, dan peserta memiliki hak yang sama untuk memberikan pendapat dan diskusi. RTD akan diadakan secara berurutan untuk memenuhi kesepakatan (FKMUI, 2016). *Round Table Discussion* juga merupakan percakapan terorganisir dengan satu moderator, beberapa pembicara terpilih yang membawa berbagai perspektif tentang suatu subjek, dan audiens yang mungkin hanya mengamati atau berpartisipasi dengan mengajukan pertanyaan. Beberapa acara menggunakan format *Round Table Discussion* sebagai latihan *breakout* untuk kelompok-kelompok kecil selama konferensi atau kuliah. RTD juga bagus untuk melakukan percakapan tentang sudut pandang yang berlawanan tentang topik yang sama. Peserta dan pembicara sama-sama mengambil perspektif dan informasi baru dari setiap diskusi (Affde, 2021). *Round table discussion* memiliki susunan tempat duduk yang bundar menyebabkan arus komunikasi yang bebas di antara anggota-anggota kelompok, memungkinkan individu berbicara kapan saja tanda ada agenda yang tetap, waktu yang tidak terbatas dan kesempatan yang sama untuk berpartisipasi (Rakhmat, 2005).

### **3.3.4 Dokumen**

Pengumpulan data juga dilaksanakan dengan menggunakan metode penelitian terhadap dokumen untuk memperoleh data yang dibutuhkan dalam penelitian.

### **3.3.5 Wawancara**

Merujuk pada Emzir (2010) yang menjelaskan bahwa wawancara merupakan suatu teknik penelitian yang menggunakan komunikasi atau interaksi untuk mengumpulkan informasi melalui tanya jawab kepada peneliti dan informan. Teknik wawancara sering digunakan untuk penelitian kualitatif. Karena penggunaan metode pengumpulan data ini, peneliti dapat memperoleh informasi yang lebih mendalam. Meski begitu, teknik penelitian wawancara juga bisa digunakan untuk penelitian kuantitatif. Sugiyono (2009) menjelaskan bahwa jika seorang peneliti ingin melakukan studi pendahuluan untuk menemukan suatu masalah yang harus diteliti, dan peneliti ingin mengetahui lebih dalam tentang keadaan responden dan jumlah responden yang sedikit. Dari kedua interpretasi tersebut dapat dijelaskan bahwa teknik pengumpulan data wawancara merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara berkomunikasi langsung dengan narasumber. Teknik ini bertujuan untuk menemukan permasalahan awal dan menemukan masalah tersebut lebih dalam.

Wawancara dibagi menjadi dua jenis yaitu wawancara terstruktur dan wawancara tidak terstruktur. Wawancara terstruktur merupakan teknik pengumpulan data jika peneliti sudah mengetahui data apa saja yang akan diperoleh dalam penelitian. Selama wawancara, pengumpul data menggunakan alat yang telah disediakan, kemudian instrumen tersebut disampaikan kepada informan. Setiap jawaban yang diberikan oleh narasumber didasarkan pada alternatif jawaban dari alat yang digunakan. Hanya pada teknik wawancara terstruktur, pertanyaan dan alternatif jawaban dari informan sudah ditentukan sebelumnya, sedangkan wawancara tidak terstruktur merupakan wawancara yang memiliki

keleluasaan dari peneliti untuk melakukan wawancara tanpa panduan yang tersusun secara sistematis. Pedoman yang digunakan dalam jenis wawancara ini berupa garis besar dari permasalahan yang akan ditanyakan (Sugiyono, 2009). Dalam penelitian ini, digunakan metode wawancara terstruktur terhadap beberapa narasumber yang relevan dengan permasalahan penelitian.

### **3.3.6 Observasi**

Menurut Purnomo (2008) dijelaskan bahwa metode observasi merupakan pengamatan langsung yang menggunakan instrumen sebagai alat untuk mendeteksi objek yang juga termasuk dalam landasan ilmiah. Selain itu, jika peneliti ingin mengetahui perilaku manusia, gejala fenomena alam, dan responden yang diamati tidak terlalu besar, biasanya menggunakan teknik pengumpulan data observasi. Dalam proses pengumpulan data melalui observasi dan memori merupakan dua hal yang penting. Instrumen dengan teknik pengumpulan data observasi ini adalah peneliti sendiri. Oleh karena itu, peneliti harus memiliki kemampuan yang mumpuni. Dari perspektif pelaksanaan proses pengumpulan data, observasi dibedakan menjadi observasi partisipan dan observasi non partisipan.

Observasi partisipan adalah teknik pengumpulan data dengan observasi di mana peneliti berpartisipasi dalam aktivitas sehari-hari dari orang yang diamati atau sumber penelitian. Saat melakukan observasi, peneliti juga akan melakukan pekerjaan sumber data. Misal, jika sumber data bekerja di lapangan, peneliti juga terjun ke lapangan. Keuntungan observasi partisipan adalah datanya lebih jelas dan akurat. Peneliti juga bisa mengetahui arti dari setiap ukuran yang diambil. Jika dalam observasi partisipan, peneliti berpartisipasi dalam kehidupan di lingkungan sumber data. Oleh karena itu untuk mengumpulkan data melalui observasi non partisipan, peneliti tidak berpartisipasi, melainkan hanya sebagai pengamat independen. Menurut sifat pengamatan, observasi terdiri dari observasi sistematis dan non sistematis. Observasi sistematis adalah observasi

berdasarkan struktur berisi faktor-faktor yang disusun berdasarkan kategori dan pertanyaan teramati; dan observasi non sistematis adalah observasi yang dilakukan tanpa struktur atau rencana terlebih dahulu, dengan demikian observer dapat menangkap apa saja yang dapat ditangkap (Hasanah, 2016). Dalam penelitian ini, peneliti akan menggunakan metode observasi partisipan terhadap permasalahan yang ada dalam penelitian.

### **3.4 Instrumen Penelitian**

Instrumen penelitian yang digunakan adalah melalui observasi dan wawancara. Observasi yang dilakukan peneliti meliputi objek FECABS yang dibangun di PT Wahana Indra Sentosa, patroli perbatasan yang sudah berjalan selama ini oleh TNI AL. Sedangkan melalui wawancara, peneliti mempersiapkan beberapa pertanyaan untuk dijadikan sumber yang relevan dalam penelitian melalui narasumber yang terpilih.

### **3.5 Teknik Pengolahan Data**

Data yang telah dikumpulkan selanjutnya diklasifikasikan dan diorganisasikan secara sistematis serta diolah secara logis sesuai dengan rancangan penelitian yang telah ditetapkan. Pengolahan data diarahkan untuk memberi argumentasi dalam penelitian, berdasarkan data atau fakta yg diperoleh (Hariwijaya, 2017). Peneliti telah mendapatkan data dari proses observasi, wawancara, FGD, RTD, dokumen dan *literatur review*, selanjutnya peneliti merangkum dan menyeleksi yang sesuai dengan permasalahan penelitian. Kegiatan merangkum dan menyeleksi data didasarkan pada pokok permasalahan yang mencakup komponen FECABS, prosedur rancang bangun FECABS, dan pembangunan rancang bangun FECABS. Pada akhir tahap ini, semua data yang relevan diharapkan telah tersusun dan terstruktur sesuai kebutuhan. Hal ini menjadi bahan dalam menyusun *requirement* dalam rancang bangun FECABS.

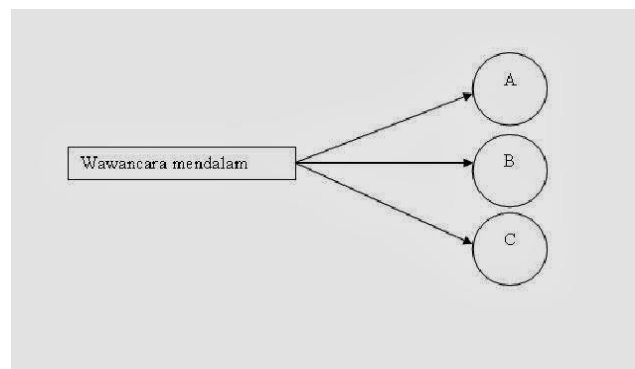
### **3.6 Pemeriksaan Keabsahan Data**

Sugiyono mengungkapkan untuk membuktikan apakah penelitian ini merupakan penelitian ilmiah dan juga untuk menguji data yang diperoleh

peneliti, maka perlu dilakukan keabsahan data (2008, h.270). Menurut Sugiyono (2015), keabsahan data merupakan derajat kepercayaan atas data penelitian yang diperoleh dan bisa dipertanggung jawabkan kebenarannya. Creswell (2016) membagi pemeriksaan keabsahan data menjadi delapan strategi yang sering dilakukan oleh peneliti, yaitu sebagai berikut:

- a) Triangulasi data dari sumber yang berbeda dan memeriksa sumber data serta perspektif partisipan. Hal ini akan disusun menjadi suatu informasi yang koheren untuk mendapatkan validitas data penelitian.
- b) *Member checking*, yang dilakukan dengan membawa kembali hasil penelitian yang sudah dianalisis kepada partisipan untuk dicek kembali bahwa hasil penelitian tersebut sudah akurat. Dengan kata lain, peneliti akan melakukan wawancara lanjutan dan menerima kesempatan partisipan untuk memberikan ulasan mengenai hasil penelitian.
- c) Deskripsi yang kaya dan padat, di mana peneliti harus mampu mendeskripsikan penelitian dan mendiskusikan salah satu unsur pengalaman partisipan.
- d) Klarifikasi bias dengan memuat opini peneliti terhadap hasil penelitian. Hal ini dilakukan dengan memberikan narasi untuk menggambarkan karakteristik kunci dalam diri peneliti yang nantinya akan mempengaruhi hasil penelitian.
- e) Analisis kasus negatif di mana peneliti menyajikan informasi yang berbeda dengan perspektif dari suatu tema. Hal ini dilakukan agar hasil penelitian bisa lebih realistis dan valid.
- f) Keterlibatan dan pengamatan yang lama secara terus menerus di lapangan, sehingga peneliti dapat memahami dan mendeskripsikan suatu fenomena secara mendalam.

- g) Tanya jawab dengan rekan sejawat untuk mengulas hasil penelitian untuk menambah interpretasi pihak lain agar hasil penelitian lebih valid.
- h) Peninjauan oleh auditor untuk memberikan penilaian obyektif terhadap proses penelitian. Berdasarkan penjelasan di atas, maka peneliti akan menggunakan strategi triangulasi sumber data untuk memeriksa keabsahan data. Strategi triangulasi sumber data dilakukan dengan membandingkan/ mengecek ulang derajat kepercayaan informasi yang didapat melalui sumber yang berbeda dengan teknik yang sama (Sugiyono, 2008, h.258). Teknik tersebut digambarkan dalam gambar dibawah ini:



**Gambar 3.1 Triangulasi Sumber Data**

Sumber: Sugiyono (2008, h.330)

### **3.7 Teknik Analisis Data**

Berdasarkan data yang diperoleh dari wawancara terhadap *expert* yang relevan (tertutup dan terstruktur yang diskorkan), literatur, dan media. Peneliti akan menentukan data yang paling kuat melalui sumber tersebut. Sehingga peneliti mendapatkan data yang valid. Contoh: Melalui 7 *expert*, diperoleh 5 *expert* menyatakan bahwa ancaman dari kapal asing dapat melanggar ALKI, sehingga benar pernyataan ancaman tersebut dapat melanggar ALKI dan membutuhkan solusi berupa sistem teknologi yang

dapat mengidentifikasi ancaman tersebut. Data ancaman tersebut juga didukung oleh literatur dan media yang ada.

Penelitian ini juga menunjukkan sistem patroli statis berbasis FECABS dengan kebaruan dan keunggulan/kekurangan melalui perbandingan kinerja terhadap sistem konvensional yaitu Kapal Patroli. Evaluasi kinerja perlu dilakukan dengan multi-kriteria, tidak hanya bergantung kepada satu kriteria. Berdasarkan rumusan dan pembatasan masalah yang sudah dijelaskan sebelumnya maka penelitian ini perlu melakukan evaluasi kinerja FECABS dari segi efisiensi (seperti kebutuhan fasilitas, sumber daya manusia, biaya investasi dan operasi) yang dilakukan dalam bentuk *cost & benefit analysis* (CBA). CBA merupakan salah satu aspek dari berbagai kriteria kinerja yang perlu dievaluasi.

### 3.8 Teknik Perancangan

Peneliti melakukan perancangan dengan beberapa tahapan sehingga mendapatkan Gambar *Detail Design* FECABS. Tahapan tersebut dimulai dari membuat desain yang dilakukan menggunakan CAD (*Computer Aided Design Software*). Hal ini dilakukan menggunakan CAD agar mempermudah dalam tahap pembangunan kedepan dan juga lebih akurat dalam menentukan dimensi dari masing-masing struktur FECABS. Selanjutnya dari hasil gambar tersebut dimanfaatkan untuk menghitung *bouyancy & stability* dari *autoship* dan *autohydro*. Perhitungan *stability* dilakukan supaya FECABS dapat kembali ke titik seimbang jika mendapat hantaman gelombang besar di laut. Perhitungan konstruksi FECABS dihitung dengan menggunakan program ANSYS. Berikutnya perhitungan ulang lebih detail dilakukan Laboratorium Hidrodinamika Bangunan Laut Institut Teknologi Sepuluh November (ITS) dan memberikan validasi untuk FECABS teruntuk *mooring characteristic* sesuai dengan pendekatan numerik melalui Program yang dipakai sebagai berikut:

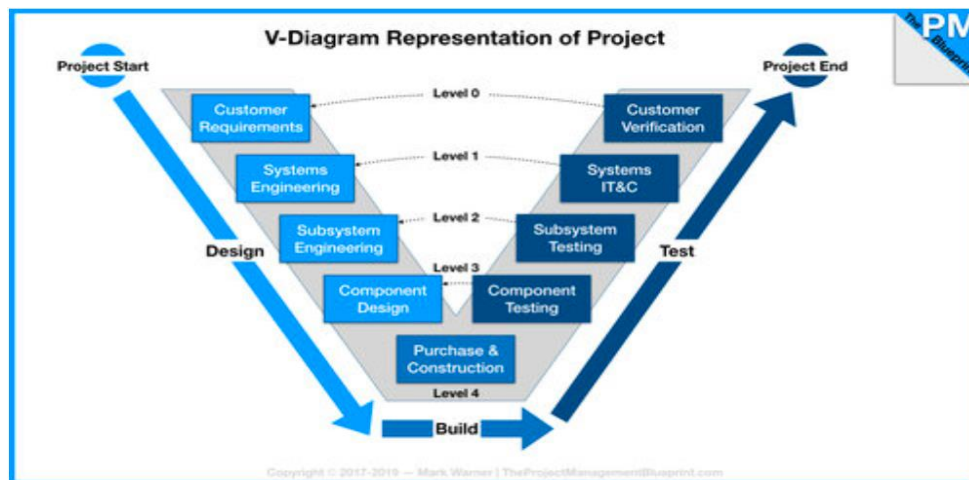
- a) *Hydrostatic calculation: maxurf*
- b) *Stability calculation: maxurf* diperiksa menggunakan program *iStow*

- c) *Motion respons: MOSES*
- d) *Mooring Analisis: Orcaflex*
- e) *Hull Strength Calculation: Finite Elemen Method using Analysis Structural Program.*

Struktur FECABS mulai digambar termasuk desain penempatan jangkar, dan sensor. Berikutnya perhitungan *mooring* pada FECABS. Tahap selanjutnya dilakukan *electrical load* analisis untuk menghitung listrik yang dibutuhkan untuk sensor dan alat navigasi lainnya, dan ditentukan jenis, jumlah dari *power supply* untuk sumber daya peralatan. Tahap terakhir adalah menentukan *connectivity* antara FECABS dengan pantai. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa alternatif pilihan jaringan telekomunikasi seperti GSM/3G/4G, satelit, *Ultra High Frequency* (UHF), *Very High Frequency* (VHF) dan sebagainya.

### **3.8.1 Menggunakan Kerangka V model dalam melakukan rancang bangun FECABS.**

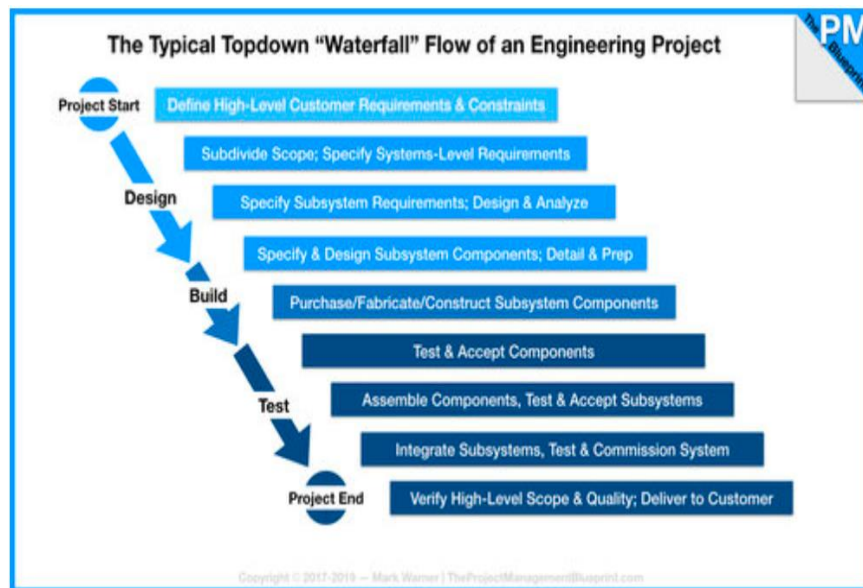
V diagram sebagai alat sederhana namun *powerfull* untuk membantu dalam perencanaan/desain, melaksanakan pembangunan, *testing*, validasi memantau *procurement* dan mengontrol pembangunan sebuah proyek teknik. Pendekatan " V Diagram" dikembangkan pada akhir abad ke-20 oleh para insinyur sistem yang mengerjakan proyek-proyek teknik yang besar dan kompleks, seperti program Apollo ke Bulan. Sejak itu, V Diagram telah dimasukkan ke dalam banyak industri dan telah berhasil digunakan dalam segala hal mulai dari proyek infrastruktur konstruksi besar, seperti program pesawat ruang angkasa, hingga desain dan konstruksi observatorium besar di darat dan upaya desain akselerator partikel. Ini juga telah berhasil digunakan di banyak proyek skala menengah, dan, baru-baru ini dipakai berbagai proyek teknik yang lebih kecil (Warner, 2019). Diagram V mungkin terlihat sederhana, tetapi itu adalah cara yang sangat berguna untuk merencanakan dan melacak proses merancang, membangun, dan menguji hasil sebuah proyek.



**Gambar 3.2 V Diagram**

Sumber: Mark Warner (2019)

Hampir semua proyek teknik mengikuti lintasan yang sama, dimulai dengan definisi persyaratan pelanggan tingkat tinggi, dan kemudian "terjun" ke bawah melalui rekayasa sistem tingkat tinggi, lalu pengembangan dan spesifikasi subsistem, desain, analisis, fabrikasi, perakitan, pengujian, integrasi, komisioning, dan, pada akhirnya, pengiriman dan validasi pelanggan. Kita dapat menganggap semua langkah ini sebagai yang dikelompokkan ke dalam tiga kategori dasar: *desain*, *pembangunan*, dan uji coba / *testing*.



**Gambar 3.3 Waterfall flow dari engineering project**

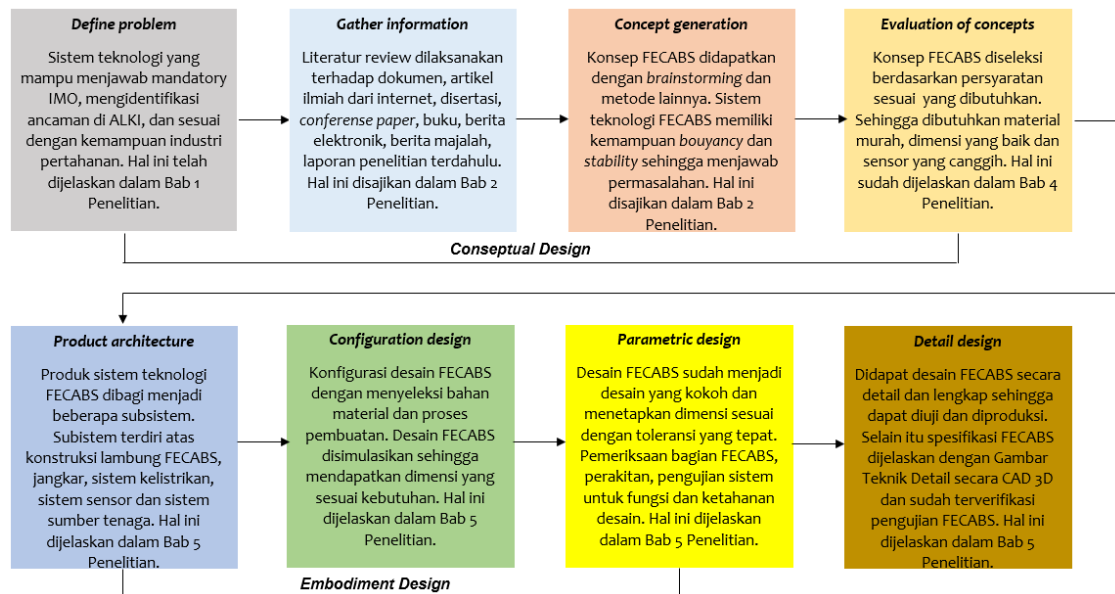
Sumber: Mark Warner (2019)

### 3.8.2 Model Dieter & Schmidt untuk Tahap Desain Solusi Teknologi dalam V Diagram

*Dieter's Engineering Design* merupakan pembaruan besar dari buku teks klasik untuk kursus desainer senior. Desain Teknik memberikan tinjauan topik yang lebih luas daripada kebanyakan teks desain dan berisi lebih banyak panduan preskriptif tentang cara melaksanakan desain. Dieter berfokus pada pemilihan material serta bagaimana mengimplementasikan proses desain.

Desain Teknik memberikan mahasiswa teknik mesin senior pemahaman yang realistis tentang proses desain. Model ini ditulis dari sudut pandang bahwa desain adalah aktivitas utama dari profesi teknik, dan lebih mementingkan pengembangan sikap dan pendekatan daripada menyajikan teknik dan alat desain. Desain Rekayasa memberikan pemahaman yang realistis tentang proses desain teknik. Metode Dieter dan Schmidt ini menyajikan secara rinci proses dengan delapan langkah yang memberikan panduan preskriptif dari definisi masalah hingga desain detail.

Dalam bukunya, George E. Dieter Linda C. Schmidt dari *University of Maryland* juga menyajikan perlakuan yang lebih spesifik untuk topik khusus. Teks ini dimaksudkan untuk digunakan baik dalam kursus teknik junior atau senior dengan proyek desain langsung yang terintegrasi.



**Gambar 3.4 Dieter and Schmidt Engineering Design**

Sumber: diolah oleh peneliti

### 3.8.3 Model FAO dari *United Nation* dalam Proses Pembangunan (Pembuatan *Ferrocement Boat* versi FAO) untuk Tahap Pembangunan *Prototype*.

Teknik konstruksi yang diilustrasikan dalam dokumen ini didasarkan pada metode yang digunakan untuk FAO di India, ketika tiga desain kapal penangkap ikan yang berbeda dibangun di *Central Institute of Fisheries Nautical and Engineering Training*, Cochin, Kerala (FAO, 1995).



**Gambar 3.5 Pembuatan Kapal Ferrocement di Carita, Banten**

Sumber: diolah oleh peneliti

Teknik ini telah diuji coba sebelum melakukan pembangunan *ferrocement buoy* dan berhasil menghasilkan kapal ikan dengan berat 3 ton dan berfungsi dengan baik. Dengan sedikit modifikasi dan menggunakan cetakan, *ferrocement buoy* akan dapat dibangun.

#### **3.8.4 Testing /Validasi**

PT Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) menjadi badan klasifikasi keempat di Asia setelah Jepang, China, dan Korea, dan menjadi satu-satunya badan klasifikasi nasional yang bertugas untuk meng-klaskan kapal-kapal niaga berbendera Indonesia dan kapal berbendera asing yang secara reguler beroperasi di perairan Indonesia.

Kegiatan klasifikasi BKI merupakan pengklasifikasian kapal berdasarkan konstruksi lambung, mesin dan listrik kapal dengan tujuan memberikan penilaian teknis atas laik tidaknya kapal tersebut berlayar.

Selain itu, BKI juga dipercaya oleh pemerintah untuk melaksanakan survei dan sertifikasi statutoria atas nama pemerintah Republik Indonesia antara lain *Load Line*, *International Safety Management (ISM) Code* dan *International Ship and Port Security (ISPS) Code*.

BKI dibentuk dengan menerapkan standar teknis dalam melakukan kegiatan desain dan konstruksi dan survei marine serta terkait aktivitas terapung dan konstruksi *offshore*. Standar ini dikeluarkan oleh BKI sebagai publikasi teknik. Kapal yang didesain dan dibangun berdasarkan standar BKI akan mendapatkan sertifikat klasifikasi dari BKI, di mana penerbitan sertifikat dilakukan setelah BKI menyelesaikan serangkaian survei klasifikasi yang dipersyaratkan.

- a) Percobaan dan pengujian sesuai peraturan BKI
  - a) Percobaan dan pengujian di Galangan
  - b) Percobaan Dok (*dok trial*)  
Percobaan Dok (*Dock Trial*) dilaksanakan sebelum Percobaan Berlayar (*Sea Trial*).
  - c) Percobaan Kemiringan (*Inclining test*)
  - d) Percobaan Berlayar (*sea Trial*)
- e) Sertifikat dan Surat surat kapal
- f) Suku Cadang
- g) Gambar gambar rancangan dan Dokumen dokumen Operasional.
  - a) Gambar dan Dokumen yang disediakan Galangan (pemborong)
  - b) Dokumen dokumen yang harus diserahkan Galangan (pemborong)
  - c) Gambar dan dokumen yang terpasang dikapal.